

OVERSIGT  
OVER  
DET KONGELIGE DANSKE  
VIDENSKABERNES SELSKABS  
FORHANDLINGER

1911

---

BULLETIN  
DE  
L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES ET DES LETTRES  
DE DANEMARK, COPENHAGUE

1911

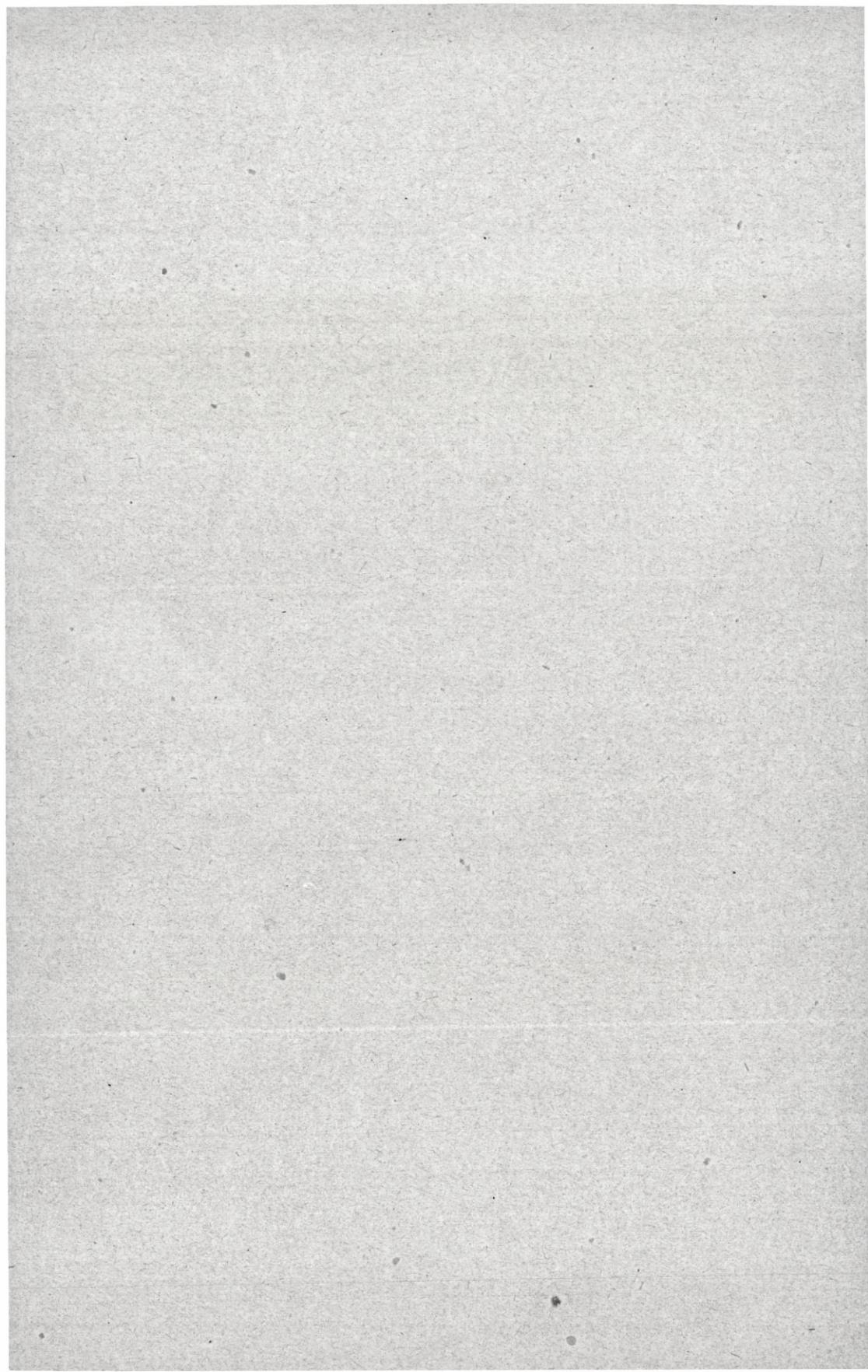
---

KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHADEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1911—1912



## Berigtigelse.

---

Jeg beklager meget, at der i Carlsberg-Fondets Mindeskrift over J. C. Jacobsen er indløbet en Fejl, idet de S. 204 under Jón Thorkelsson opførte Bevillinger gjælde to Personer af samme Navn.

Bevillingen for 1889—90 gjælder nemlig Archivar, Dr. phil. Jón Thorkelsson, de øvrige for 1890—98 derimod Rektor, Dr. phil. Jón Thorkelsson †.

Carlsberg-Fondets Direktion, 15. Sept. 1911.

*S. M. Jørgensen.*



**OVERSIGT**  
OVER  
DET KONGELIGE DANSKE  
**VIDENSKABERNES SELSKABS**  
**FORHANDLINGER**  
**1911**

---

BULLETIN  
DE  
L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES ET DES LETTRES  
DE DANEMARK, COPENHAGUE  
1911



**KØBENHAVN**  
HOVEDKOMMISSIONÆR: **ANDR. FRED. HØST & SØN**, KGL. HOF-BOGHANDEL  
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI  
1911—1912

**Aargangens enkelte Numre udkom:**

Nr. 1: den 9de Marts 1911.

Nr. 2: den 13de Maj 1911.

Nr. 3: den 17de Juni 1911.

Nr. 4: den 9de September 1911.

Nr. 5: den 9de December 1911.

Nr. 6: den 8de Februar 1912.

# INDHOLDSFORTEGNELSE

TIL AARGANGEN 1911

## I. BERETNING OM MØDERNE

	Side
Fortegnelse over Selskabets Medlemmer og faste Kommissioner	(3)-(14)
1. Møde den 13de Januar	(15)
2. Møde den 27de Januar	(16)
3. Møde den 10de Februar	(16)-(27)
— — PRÆSIDENTEN: Mindeord over Chr. Bohr	(16)-(18)
— — Betænkning over Axel Niensens Afhandling „Den tyske Kameralvidenskabs Opstaaen“	(18)-(21)
— — Prisopgaver for 1911	(21)-(25)
— — Beretning for 1910, afgiven af Kommissionen for Re- gistrering af litterære Kilder til dansk Historie i Udlandet	(25)-(27)
4. Møde den 24de Februar	(27)-(32)
— — Betænkning over Besvarelser af Prisopgaver	(28)-(32)
5. Møde den 10de Marts	(33)-(37)
— — Oversigt over Regnskabet for 1910	(34)-(36)
6. Møde den 24de Marts	(37)-(38)
7. Møde den 7de April	(38)-(74)
— — Beretning for 1909—1910, afgiven af Direktionen for Carlsbergfondet	(38)-(73)
8. Møde den 21de April	(74)-(75)
9. Møde den 5te Maj	(76)
10. Møde den 19de Maj	(77)
11. Møde den 21de Oktober	(77)-(80)
12. Møde den 3die November	(80)-(82)
— — A. A. MEISLING: Undersøgelser af Kolloidernes Lysføl- somhed under forskellige Forsøgsbetingelser	(81)-(82)
13. Møde den 17de November	(83)
14. Møde den 1ste December	(84)
15. Møde den 15de December	(84)-(88)
— — Budget for 1912	(85)-(87)
Tilbageblik paa Selskabets Virksomhed i Aaret 1911	(89)-(93)

## EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

	Page
Questions mises au concours	I—IV
Rapport sur deux mémoires	V—VIII
Aperçu des travaux de l'Académie pendant 1910	IX—XIII

## II. VIDENSKABELIGE MEDDELELSER

### COMMUNICATIONS

	Side
JENSEN, P. BOYSEN. La transmission de l'irritation phototropique dans l'Avena.....	1—24
STEENSTRUP, JOHANNES. Quelques recherches sur la rivière de Kongeaa.....	25—39
THOMSEN, TH. SV. Om nogle Dobbeltsalte af Antimonpentaklorid med nogle Alkaloiders Klorhydrater.....	41—55
SKOVGAARD, NIELS. Le groupe d'Apollon sur le fronton occidental du temple de Zeus à Olympie.....	57—97
SØRENSEN, WILLIAM. Sur la structure du fruit de nos Géraniacées, comment il se comporte au moment de la maturité.....	99—137
KNUDSEN, MARTIN. Luftarters Varmeledning og Accommodations-Koefficient.....	139—200
BOHR, HARALD. Sur l'existence des valeurs arbitrairement petites de la fonction $\zeta(s) = \zeta(\sigma + it)$ de Riemann pour $\sigma > 1$ ...	201—208
CHRISTIANSEN, C. Experimentalundersøgelser om Gnidningselectricitetens Oprindelse. III.....	209—244
JÓNSSON, FINNUR. Kort Oversigt over islandske Gårdnavne.....	245—262
KØHL, TORVALD. Stjernesked over Danmark og nærmeste Omlande i 1910.....	263—267
VAHL, MARTIN. Zones et biochores géographiques.....	269—317
— — Les types biologiques dans quelques formations végétales de la Scandinavie.....	319—393
HENRIQUES, V. Chr. Bohrs videnskabelige Gerning.....	395—405
NYROP, KR. Études sur quelques métonymies.....	407—432
HJELMSLEV, J. Contribution à la géométrie infinitésimale de la courbe réelle.....	433—494
KNUDSEN, MARTIN. Brintens Molekularstrømning gennem Rør og Varmetraadsmanometret.....	495—502
STRÖMGREN, E., og FISCHER-PETERSEN, J. Sur le mouvement de la planète (624) Hector (= 1907 <i>XM</i> ) du groupe jupitérien...	503—517
WINTHER, CHR. En elektrisk Lys-Akkumulator.....	519—541

### TILLÆG

I. Liste over de i 1911 modtagne Skrifter.....	1—80
II. Oversigt over de Selskaber og Private, fra hvilke Skrifter er modtagne.....	81—103
III. Sag- og Navnefortegnelse.....	104—108

I

**BERETNING OM MØDERNE**

---

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX  
DES SÉANCES



DET KONGELIGE DANSKE  
VIDENSKABERNES SELSKAB

---

PROTEKTOR:

HANS MAJESTÆT KONGEN.

---

SELSKABETS MEDLEMMER

VED BEGYNDELSEN AF AARET 1911.

ÆRESMEDLEM:

HANS MAJESTÆT KONG FREDERIK DEN OTTENDE.

EMBEDSMÆND:

*Præsident:* VILH. THOMSEN.

*Formand for den hist.-filos. Kl.:* L. F. A. WIMMER.

*Formand for den naturv.-mathem. Kl.:* S. M. JØRGENSEN.

*Sekretær:* H. G. ZEUTHEN.

*Redaktør:* J. L. HEIBERG.

*Kasserer:* W. L. JOHANNSEN.

A. INDENLANDSKE MEDLEMMER.

DEN HISTORISK-FILOSOFISKE KLASSE.

HOLM, P. E., (født  $\frac{26}{1}$  1833), Dr. phil., fh. Professor i Historie ved Københavns Universitet; Stk. af Dbg., Dbmd. ( $\frac{5}{4}$  1867.)

RØRDAM, H. F., (f.  $\frac{14}{6}$  30), Dr. phil. & theol., Sognepræst i Lyngby; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd. ( $\frac{8}{12}$  71.)

THOMSEN, VILH. L. P., (f.  $\frac{25}{1}$  42), Dr. phil., Professor i sammenlignende Sprogvidenskab ved Københavns Universitet; Stk. af Dbg., Dbmd., Fortjenst-Med. — Selskabets Præsident. ( $\frac{8}{12}$  76.)

WIMMER, L. F. A., (f.  $\frac{7}{2}$  39), Dr. phil. & litt., Professor i de nordiske Sprog ved Københavns Universitet; Stk. af Dbg., Dbmd., Fortjenst-Med. — Formand for den hist.-filos. Klasse. ( $\frac{8}{12}$  76.)

- GOOS, A. H. F. C., (f.  $\frac{3}{1}$  35), Dr. jur., Gehejme-Etatsraad, extraordinær Assessor i Højesteret; Stk. af Dbg., Dbmd., Gb. E. T. ( $\frac{28}{4}$  82.)
- STEENSTRUP, JOH. C. H. R., (f.  $\frac{5}{12}$  44), Dr. juris & phil., Professor Rostgardianus i Historie ved Københavns Universitet, Kmd. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd. ( $\frac{8}{12}$  82.)
- GERTZ, M. CL., (f.  $\frac{14}{12}$  44), Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Københavns Universitet; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd. ( $\frac{13}{4}$  83.)
- HEIBERG, J. L., (f.  $\frac{27}{11}$  54), Dr. phil., litt., sc. & med., Professor i klassisk Filologi ved Københavns Universitet; R. af Dbg. — Selskabets Redaktør. ( $\frac{7}{12}$  83.)
- HØFFDING, H., (f.  $\frac{11}{3}$  43), Dr. phil., jur., sc. & litt., Professor i Filosofi ved Københavns Universitet; R. af Dbg., Dbmd. ( $\frac{12}{12}$  84.)
- KROMAN, K. F. V., (f.  $\frac{29}{3}$  46), Dr. phil., Professor i Filosofi ved Københavns Universitet; R. af Dbg., Dbmd. ( $\frac{12}{12}$  84.)
- ERSLEV, KR. S. A., (f.  $\frac{28}{12}$  52), Dr. phil., Professor i Historie ved Københavns Universitet; R. af Dbg., Dbmd. ( $\frac{18}{5}$  88.)
- FRIDERICIA, J. A., (f.  $\frac{10}{6}$  49), Dr. phil., Professor i Historie ved Københavns Universitet; R. af Dbg. ( $\frac{18}{5}$  88.)
- MØLLER, HERMANN, (f.  $\frac{13}{1}$  50), Dr. phil., Professor i germansk Filologi ved Københavns Universitet; R. af Dbg. ( $\frac{8}{4}$  92.)
- JÓNSSON, FINNUR, (f.  $\frac{29}{5}$  58), Dr. phil., Professor extr. i nordisk Filologi ved Københavns Universitet; R. af Dbg. ( $\frac{15}{4}$  98.)
- MÜLLER, SOPHUS O., (f.  $\frac{24}{5}$  46), Dr. phil., Direktør for Nationalmuseets første Afdeling; R. af Dbg., Dbmd. ( $\frac{16}{4}$  98.)
- JESPERSEN, J. OTTO H., (f.  $\frac{16}{7}$  60), Dr. phil., Professor i engelsk Sprog og Litteratur ved Københavns Universitet; R. af Dbg. ( $\frac{21}{4}$  99.)
- NYROP, KRISTOFFER, (f.  $\frac{11}{1}$  58), Dr. phil., Professor i romansk Sprog og Litteratur ved Københavns Universitet; R. af Dbg., Dbmd. ( $\frac{21}{4}$  99.)
- BUHL, FRANTS P. W., (f.  $\frac{6}{9}$  50), Dr. phil. & theol., Professor i semitisk-østerlandsk Filologi ved Københavns Universitet; R. af Dbg., Dbmd. ( $\frac{6}{4}$  1900.)

- KÅLUND, P. E. KRISTIAN, (f.  $19/8$  44), Dr. phil., Bibliotekar ved den Arna-Magnæanske Haandskriftsamling; R. af Dbg. ( $6/4$  1900.)
- TROELS-LUND, T. F., (f.  $5/9$  40), Dr. phil., Professor, Ordens-Historiograf; Stk. af Dbg., Dbmd. ( $12/4$  01.)
- LEHMANN, ALFRED G. L., (f.  $29/12$  58), Dr. phil., Professor extr. i experimental Psykologi ved Københavns Universitet. ( $4/4$  02.)
- RUBIN, MARCUS, (f.  $5/3$  54), Generaldirektør for Skattevæsenet, Historiker; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd. ( $4/4$  02.)
- DRACHMAHN, A. B., (f.  $27/2$  60), Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Københavns Universitet. ( $3/4$  03.)
- HUDE, K., (f.  $22/8$  60), Dr. phil., Rektor ved Frederiksborg lærde Skole. ( $3/4$  03.)
- PEDERSEN, HOLGER, (f.  $7/4$  67), Dr. phil., Professor ekstr. i slavisk Filologi og sammenlignende Sprogvidenskab ved Københavns Universitet. ( $7/4$  05.)
- LANGE, H. O., (f.  $13/10$  63), Overbibliotekar ved det kongelige Bibliotek i København; R. af Dbg. ( $6/4$  06.)
- OLRIK, AXEL, (f.  $3/7$  64), Dr. phil., Docent i nordiske Folke-minder ved Københavns Universitet, Forstander for Dansk Folkemindesamling. ( $5/4$  07.)
- ANDERSEN, DINES, (f.  $26/12$  61), Dr. phil., Professor i indisk-østerlandsk Filologi ved Københavns Universitet. ( $3/4$  08.)
- ÓLSEN, BJÖRN MAGNÚSSON, (f.  $14/7$  50), Professor, Dr. phil., fh. Rektor ved Reykjavíks lærde Skole; R. af Dbg., Dbmd. ( $15/4$  10.)

## DEN NATURVIDENSKABELIG-MATHEMATISKE KLASSE.

- ZEUTHEN, H. G., (f.  $15/2$  39), Dr. phil. & math., fh. Professor i Matematik ved Københavns Universitet; Kmd. af Dbg.<sup>1</sup>, Dbmd. — Selskabets Sekretær. ( $6/12$  72.)
- JØRGENSEN, S. M., (f.  $4/7$  37), Dr. phil., fh. Professor i Kemi ved Københavns Universitet; Kmd. af Dbg.<sup>1</sup>, Dbmd. — Formand for den naturv.-math. Klasse. ( $18/12$  74.)
- CHRISTIANSEN, C., (f.  $9/10$  43), Dr. med., Professor i Fysik ved Københavns Universitet; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd. ( $17/12$  75.)

- KRABBE, H., (f.  $13/3$  31), Dr. med., fh. Professor i Anatomi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd. ( $7/4$  76.)
- TOPSØE, HALDOR F. A., (f.  $29/4$  42), Dr. phil., Direktør for Arbejds- og Fabrikstilsynet; K. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd., Fortjenst-Med. ( $21/12$  77.)
- WARMING, J. EUG. B., (f.  $3/11$  41), Dr. phil., Professor i Botanik ved Københavns Universitet; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd. ( $21/12$  77.)
- MEINERT, FR. V. AUG., (f.  $3/3$  33), Dr. phil., fh. Inspektør ved Universitetets zoologiske Museum; R. af Dbg., Dbmd. ( $16/12$  81.)
- MÜLLER, P. E., (f.  $25/10$  40), Dr. phil., Kammerherre, Hofjægermester, Overførster, Kmd. af Dbg.<sup>1</sup>, Dbmd., Gb. E. T. ( $12/12$  84.)
- † BOHR, CHR. H. L. P. E., (f.  $14/2$  55), Dr. med. & sc., Professor i Fysiologi ved Københavns Universitet; R. af Dbg., Dbmd. ( $18/5$  88.)
- GRAM, J. P., (f.  $27/6$  50), Dr. phil., Formand for Forsikringsraadet; R. af Dbg. ( $18/5$  88.)
- VALENTINER, H., (f.  $8/5$  50), Dr. phil., Direktør for Forsikrings-selskabet „Dan“ i København. ( $18/5$  88.)
- CHRISTENSEN, ODIN T., (f.  $4/12$  51), Dr. phil., Professor i Kemi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole; R. af Dbg., Dbmd. ( $11/4$  90.)
- BOAS, J. E. V., (f.  $2/7$  55), Dr. phil., Professor i Zoologi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole; R. af Dbg. ( $3/4$  91.)
- PETERSEN, O. G., (f.  $26/3$  47), Dr. phil., Professor i Botanik ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole; R. af Dbg. ( $3/4$  91.)
- PRYTZ, P. K., (f.  $26/3$  51), Professor i Fysik ved den polytek-niske Lærestalt; R. af Dbg. ( $3/4$  91.)
- SALOMONSEN, C. J., (f.  $6/12$  47), Dr. med. & sc., Professor i Pathologi ved Københavns Universitet; K. af Dbg.<sup>1</sup>, Dbmd. ( $3/4$  91.)
- SØRENSEN, WILLIAM, (f.  $9/4$  48), Dr. phil., Privatlærer, Zoolog. ( $3/4$  91.)
- PECHÜLE, C. F., (f.  $8/6$  43), Observator ved Universitetets astron-omiske Observatorium. ( $7/4$  93.)

- BERGH, RUDOLPH S., (f.  $^{22/9}$  59), Dr. phil., fh. Docent i Histologi ved Københavns Universitet. ( $^{15/4}$  98.)
- JOHANSEN, WILHELM LUDV., (f.  $^{3/2}$  57), Dr. med., Professor i Plante-fysiologi ved Københavns Universitet; R. af Dbg. — Selskabets Kasserer. ( $^{15/4}$  98.)
- BANG, BERNHARD L. F., (f.  $^{7/6}$  48), Dr. med., Veterinærfysikus, Professor ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup>, Dbmd. ( $^{21/4}$  99.)
- JUEL, CHRISTIAN S., (f.  $^{25/1}$  55), Dr. phil., Professor Matematik ved den polytekniske Lærestanstalt. ( $^{21/4}$  99.)
- ROSENINGE, J. LAURITZ A. KOLDERUP, (f.  $^{7/11}$  58), Dr. phil., Docent i Botanik ved Københavns Universitet. ( $^{6/4}$  00.)
- DREYER, J. L. E., (f.  $^{13/3}$  52), Dr. phil., Director of the Armagh Observatory, Irland; R. af Dbg. ( $^{12/4}$  01.)
- JUNGERSEN, HECTOR F. E., (f.  $^{13/1}$  54), Dr. phil. & sc., Professor i Zoologi ved Københavns Universitet; R. af Dbg. ( $^{12/4}$  01.)
- LEVINSEN, G. M. R., (f.  $^{23/1}$  50), Inspektør ved Universitetets zoologiske Museum; R. af Dbg. ( $^{12/4}$  01.)
- RAUNKJÆR, CHRISTEN, (f.  $^{29/3}$  60), Docent i Botanik ved Københavns Universitet. ( $^{4/4}$  02.)
- STEENSTRUP, K. J. V., (f.  $^{7/9}$  42), Dr. phil., Geolog; R. af Dbg. ( $^{4/4}$  02.)
- CHRISTENSEN, A. C., (f.  $^{11/5}$  52), Professor i Kemi ved den farmaceutiske Lærestanstalt. ( $^{3/4}$  03.)
- HENRIQUES, VALD., (f.  $^{19/4}$  64), Dr. med., Professor i Dyrefysiologi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. ( $^{3/4}$  03.)
- JENSEN, CARL O., (f.  $^{18/3}$  64), Dr. med., Professor i almindelig Pathologi og patologisk Anatomi ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole; R. af Dbg. ( $^{3/4}$  03.)
- USSING, N. V., (f.  $^{14/6}$  64), Dr. phil., Professor i Mineralogi ved Københavns Universitet; R. af Dbg. ( $^{3/4}$  03.)
- SØRENSEN, S. P. L., (f.  $^{9/1}$  68), Dr. phil., Professor, Forstander for Carlsberg-Laboratoriets kemiske Afdeling. ( $^{6/4}$  06.)
- JENSEN, J. L. W. V., (f.  $^{8/5}$  59), Telefoningeniør, Matematiker; R. af Dbg. ( $^{5/4}$  07.)
- KNUDSEN, MARTIN, (f.  $^{15/2}$  71), Docent i Fysik ved Københavns Universitet ( $^{14/5}$  09).

THORODDSEN, THORVALDUR, (f.  $\frac{6}{6}$  55), Professor, Dr. phil., Geolog;  
R. af Dbg. ( $\frac{14}{5}$  09).

MADSEN, TH., (f.  $\frac{18}{2}$  70), Dr. med., Direktør for Statens Serum-  
institut, København; R. af Dbg. ( $\frac{15}{4}$  10),

WINGE, HERLUF, (f.  $\frac{19}{3}$  57), Mag. sc., Viceinspektør ved Uni-  
versitetets zoologiske Museum, København. ( $\frac{15}{4}$  10.)

### B. UDENLANDSKE MEDLEMMER.

#### DEN HISTORISK-FILOSOFISKE KLASSE.

LORD AVEBURY, JOHN LUBBOCK, D. C. L., LL. D., Præsident for  
Society of Antiquaries i London. ( $\frac{13}{4}$  72.)

MALMSTRÖM, CARL GUSTAF, Dr. phil., fh. kgl. svensk Rigsarkivar,  
Stockholm. ( $\frac{6}{12}$  78.)

CONZE, ALEX. CHR. L., Dr. phil., Professor, Generalsekretær ved  
Direktionen for det tyske archæologiske Institut i Berlin.  
( $\frac{12}{12}$  84.)

MEYER, M.-PAUL-H., Medlem af det franske Institut, Direktør  
for École des Chartes, Professor i sydeuropæiske Sprog  
og Litteraturer ved Collège de France i Paris. ( $\frac{1}{6}$  88.)

SIEVERS, E., Dr. phil., Professor i germansk Filologi ved Uni-  
versitetet i Leipzig. ( $\frac{1}{6}$  88.)

WUNDT, WILH., Dr. phil., Professor i Filosofi ved Universitetet  
i Leipzig. ( $\frac{6}{4}$  89.)

D'ANCONA, ALESS., Professor i italiensk Litteratur ved Univer-  
sitetet i Pisa. ( $\frac{3}{4}$  91.)

BRÉAL, M.-J.-A., Medlem af det franske Institut, Professor i  
sammenlignende Sprogvidenskab ved Collège de France i  
Paris. ( $\frac{3}{4}$  91.)

TEGNÉR, ESAIAS H. V., Dr. phil. & theol., fh. Professor i øster-  
landske Sprog ved Universitetet i Lund. ( $\frac{8}{4}$  92.)

STORM, JOH. F. B., LL. D., Professor i romansk og engelsk  
Filologi ved Universitetet i Kristiania. ( $\frac{7}{4}$  93.)

COMPARETTI, DOMINICO, fh. Professor i Græsk, Firenze. ( $\frac{7}{4}$  93.)

SÖDERWALL, K. F., Dr. phil., Professor i nordiske Sprog ved  
Universitetet i Lund. ( $\frac{13}{4}$  94.)

DÖRPFELD, WILH., Professor, Dr. phil., første Sekretær ved det  
tyske archæologiske Institut i Athen. ( $\frac{13}{4}$  94.)

- WILAMOWITZ-MOELLENDORFF, U. v., Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Berlin. (<sup>9</sup>/<sub>4</sub> 97.)
- SCHMOLLER, GUSTAV, Dr. phil., Historiker, Professor i Statsvidenskaberne ved Universitetet i Berlin. (<sup>15</sup>/<sub>4</sub> 98.)
- FOUILLÉE, ALFRED, Medlem af det franske Institut, fh. Professor i Filosofi, Paris. (<sup>21</sup>/<sub>4</sub> 99.)
- BRUGMANN, FRIED. KARL, Dr. phil., Professor i indogermansk Sprogvidenskab ved Universitetet i Leipzig. (<sup>12</sup>/<sub>4</sub> 1901.)
- DIELS, HERMANN, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Berlin. (<sup>4</sup>/<sub>4</sub> 02.)
- RHYS DAVIDS, T. W., Professor i Pali og buddhistisk Litteratur ved University College i London. (<sup>4</sup>/<sub>4</sub> 02.)
- SWEET, HENRY, Dr. phil., Sprogforsker, Oxford. (<sup>4</sup>/<sub>4</sub> 02.)
- GOMPERZ, THEODOR, Dr. phil., fh. Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Wien. (<sup>4</sup>/<sub>4</sub> 02.)
- KOCK, AXEL, Dr. phil., Professor i nordiske Sprog ved Universitetet i Lund. (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 03.)
- NOREEN, ADOLF G., Dr. phil., Professor i nordiske Sprog ved Universitetet i Upsala. (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 03.)
- TORP, ALF, Dr. phil., Professor i Sanskrit og sammenlignende Sprogvidenskab ved Universitetet i Kristiania. (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 03.)
- MEYER, EDUARD, Dr. phil., Professor i Historie ved Universitetet i Berlin. (<sup>8</sup>/<sub>4</sub> 04.)
- WELLHAUSEN, JUL., Dr. phil., Professor i semitisk Filologi ved Universitetet i Göttingen. (<sup>8</sup>/<sub>4</sub> 04.)
- AMIRA, KARL K. F. M. v., Dr. phil., Professor i tysk Ret og Retshistorie ved Universitetet i München. (<sup>5</sup>/<sub>4</sub> 07.)
- MONOD, GABRIEL, Professor, Præsident for den historisk-filologiske Sektion af École des Hautes Études, Paris. (<sup>5</sup>/<sub>4</sub> 07.)
- VIOLET, PAUL-MARIE, Professor ved Ecole des Chartes, Overbibliotekar ved École de Droit, Paris. (<sup>5</sup>/<sub>4</sub> 07.)
- OMONT, HENRI-AUGUST, Konservator ved Manuskript-Departementet i Bibliothèque Nationale i Paris. (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 08.)
- SCHÜCK, J. HENRIK E., Dr. phil., Professor i Æsthetik samt Litteratur- og Kunsthistorie ved Universitetet i Upsala. (<sup>14</sup>/<sub>5</sub> 09.)

- TARANGER, ABSALON, Dr. jur., Professor i Retsvidenskab ved Universitetet i Kristiania. (<sup>14</sup>/<sub>5</sub> 09.)
- LAVISSE, ERNEST, Professor i moderne Historie, Direktør for l'École normale supérieure, Medlem af Académie française, Paris. (<sup>14</sup>/<sub>5</sub> 09.)
- LEO, FRIEDRICH, Dr. phil., Professor i klassisk Filologi ved Universitetet i Göttingen. (<sup>14</sup>/<sub>5</sub> 09.)
- VINOGRADOV, PAUL, Corpus Professor i Retsvidenskab ved Universitetet i Oxford. (<sup>14</sup>/<sub>5</sub> 09.)
- CEDERSCHÖLD, G., Dr. phil., Professor i nordiske Sprog ved Göteborgs Högskola. (<sup>15</sup>/<sub>4</sub> 10.)
- MONTELIUS, OSCAR, Professor, Dr. phil., svensk Riksantiquarie, Stockholm; Kmd. af Dbg.<sup>1</sup>. (<sup>15</sup>/<sub>4</sub> 10.)
- ERMAN, A., Dr. phil., Professor i Ægyptologi og Direktør for det Ægyptiske Musæum, Berlin. (<sup>15</sup>/<sub>4</sub> 10.)
- SAUSSURE, FERDINAND DE, Professor i Sanskrit og sammenlignende Sprogvidenskab, Genève. (<sup>15</sup>/<sub>4</sub> 10.)

DEN NATURVIDENSKABELIG-MATHEMATISKE KLASSE.

- HOOKE, SIR JOSEPH DALTON, M. D., D. C. L., LL. D., fh. Direktør for den botaniske Have i Kew, The Camp,<sup>1</sup> Sunningdale, Berkshire. (<sup>22</sup>/<sub>4</sub> 1870.)
- RETZIUS, M. GUSTAV, Dr. med. & phil., fh. Professor i Histologi ved det Karolinske Institut i Stockholm. (<sup>28</sup>/<sub>4</sub> 82.)
- LEFFLER, G. MITTAG-, Dr. phil., Professor i Matematik ved Højskolen i Stockholm; Kmd. af Dbg.<sup>1</sup> (<sup>5</sup>/<sub>4</sub> 89.)
- NATHORST, ALFR. G., Dr. phil., Professor, Intendant ved Riksmuseets botanisk-palæontologiske Afdeling i Stockholm. (<sup>5</sup>/<sub>4</sub> 89.)
- DARBOUX, GASTON, livsvarig Sekretær ved Académie des Sciences, Professor i højere Geometri ved Faculté des Sciences i Paris. (<sup>5</sup>/<sub>4</sub> 89.)
- SARS, GEORG OSS., Dr. phil., Professor i Zoologi ved Universitetet i Kristiania. (<sup>11</sup>/<sub>4</sub> 90.)
- TIEGHEM, PH. VAN, livsvarig Sekretær ved Académie des Sciences, Professor i Botanik ved Musée d'Histoire naturelle i Paris. (<sup>11</sup>/<sub>4</sub> 90.)

- BREFELD, OSCAR, Dr. phil., Professor i Botanik, Direktør for det botaniske Institut i Breslau. ( $^3/4$  91.)
- BRØGGER, W. C., Professor i Mineralogi og Geologi ved Universitetet i Kristiania; R. af Dbg. ( $^8/4$  92.)
- HAMMARSTEN, OLOF, Dr. med. & phil., Professor i medicinsk og fysiologisk Kemi ved Universitetet i Upsala. ( $^8/4$  92.)
- KLEIN, FELIX, Dr. phil., Professor i Matematik ved Universitetet i Göttingen. ( $^8/4$  92.)
- SCHWARTZ, C. H. A., Dr. phil., Professor i Matematik ved Universitetet i Berlin. ( $^8/4$  92.)
- SCHWENDENER, S., Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Berlin. ( $^7/4$  93.)
- PFEFFER, WILH., Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Leipzig. ( $^{13}/4$  94.)
- FRIES, THEODOR M., Dr. phil., fh. Professor i Botanik ved Universitetet og Dir. for dets botaniske Have i Upsala. ( $^5/4$  95.)
- WITTRÖCK, VEIT B., Dr. phil., Professor Bergianus, Intendant ved Rigmuseet i Stockholm. ( $^6/4$  95.)
- BÄCKLUND, ALBERT VICTOR, Dr. phil., Professor i Fysik ved Universitetet i Lund. ( $^{10}/4$  96.)
- HITTORF, WILHELM, Dr. phil., Professor i Fysik ved Universitetet i Münster. ( $^{10}/4$  96.)
- LORD RAYLEIGH, JOHN WILLIAM STRUTT, Dr. phil., D. C. L., Professor i Fysik ved Royal Institution, London. ( $^{10}/4$  96.)
- COLLETT, ROBERT, Professor i Zoologi ved Universitetet i Kristiania. ( $^9/4$  97.)
- DUNÉR, NILS CHR., Dr. phil., Professor i Astronomi ved Universitetet i Upsala. ( $^9/4$  97.)
- HERTWIG, OSCAR, Dr. med., Professor i sammenlignende Anatomi og Direktør for det 2det anatomisk-biologiske Institut ved Universitetet i Berlin. ( $^{15}/4$  98.)
- STRASBURGER, EDUARD, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Bonn. ( $^{15}/4$  98.)
- DASTRE, ALBERT-J.-F., Professor i Fysiologi ved Faculté des Sciences, Paris. ( $^{21}/4$  99.)

- PICARD, CH.-ÉMILE, Medlem af det franske Institut, Professor i højere Algebra ved Faculté des Sciences, Paris. ( $2\frac{1}{4}$  99.)
- POINCARÉ, HENRI, Medlem af det franske Institut, Professor i matematisk Astronomi ved Faculté des Sciences, Paris. ( $2\frac{1}{4}$  99.)
- EHRlich, PAUL, Dr. med., Direktør for det kgl. preuss. Institut for experimentel Therapi i Frankfurt a. M.; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup> ( $6\frac{1}{4}$  00.)
- HELMERT, FRIED. ROBERT, Dr. phil., Professor ved Universitetet i Berlin, Direktør for det geodætiske Institut og den internationale Gradmaalings Bureau i Potsdam; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup> ( $6\frac{1}{4}$  00.)
- HENRY, LOUIS, Professor i Kemi ved Universitetet i Louvain. ( $6\frac{1}{4}$  00.)
- TREUB, MELCHIOR, Dr. phil., fh. Bestyrer af den botaniske Have i Buitenzorg ved Batavia. ( $6\frac{1}{4}$  00.)
- VRIES, HUGO DE, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Amsterdam. ( $6\frac{1}{4}$  00.)
- PETTERSSON, OTTO, Dr. phil., Professor i Kemi ved Stockholms Højskole; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup> ( $12\frac{1}{4}$  01.)
- ENGLER, ADOLPH, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Berlin. ( $12\frac{1}{4}$  01.)
- GOEBEL, KARL, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i München. ( $12\frac{1}{4}$  01.)
- HOFF, JACOB HEINRICH VAN'T, Dr. phil., Professor i Kemi ved Universitetet i Berlin. ( $12\frac{1}{4}$  01.)
- RAMSAY, SIR WILLIAM, Professor i Kemi ved University College i London. ( $12\frac{1}{4}$  01.)
- HASSELBERG, KLAS BERNHARD, Professor, Fysiker ved Vetenskapsakademien i Stockholm. ( $4\frac{1}{4}$  02.)
- MOHN, H., Professor i Meteorologi ved Universitetet i Kristiania. ( $4\frac{1}{4}$  02.)
- PAVLOV, IVAN PETROVIČ, Professor i Fysiologi ved det kejserlige militær-medicinske Akademi i St. Petersburg. ( $4\frac{1}{4}$  02.)
- ARRHENIUS, SVANTE, Dr. phil., Professor i Fysik ved Højskolen i Stockholm; Kmd. af Dbg.<sup>2</sup> ( $3\frac{1}{4}$  03.)

- HILDEBRANDSSON, H. H., Professor i Meteorologi og Geografi ved Universitetet i Upsala; Kmd. af Dbg.<sup>1</sup> (8/4 04.)
- TÖRNEBOHM, A. E., Professor, Dr. phil., Chef for Sveriges geologiske Undersøgelse, Stockholm. (8/4 04.)
- JÖNSSON, BENGT, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Lund; R. af Dbg. (7/4 05.)
- WILLE, N., Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Kristiania. (7/4 05.)
- VOGT, J. H. L., Professor i Metallurgi ved Universitetet i Kristiania. (7/4 05.)
- BOVERI, THEODOR, Dr. phil., Professor i Zoologi ved Universitetet i Würzburg. (7/4 05.)
- SUOSS, EDUARD, Dr. phil., Professor i Geologi ved Universitetet og Præsident for Videnskabernes Akademi i Wien. (7/4 05.)
- WIESNER, JULIUS, Dr. phil., Professor i Botanik ved Universitetet i Wien. (7/4 05.)
- THÉEL, HJALMAR, Dr. phil., Professor, Bestyrer af Rigmuseets Evertebratafdeling i Stockholm. (6/4 06.)
- TULLBERG, TYCHO F., Dr. phil., Professor i Zoologi ved Universitetet i Upsala. (6/4 06.)
- HILBERT, DAVID, Dr. phil., Professor i Matematik ved Universitetet i Göttingen. (6/4 06.)
- OSTWALD, FR. WILH., Dr. phil., Professor i Kemi ved Universitetet i Leipzig. (6/4 06.)
- WIDMAN, OSKAR, Dr. phil., Professor i Kemi ved Universitetet i Upsala. (5/4 07.)
- DEWAR, SIR JAMES, Professor i Kemi ved Universitetet i Cambridge. (5/4 07.)
- NOETHER, MAX, Dr. phil., Professor i Matematik ved Universitetet i Erlangen. (5/4 07.)
- PENCK, ALBRECHT, Dr. phil., Professor i Geografi ved Universitetet i Berlin. (5/4 07.)
- SEGRE, CORRADO, Dr. phil., Professor i højere Geometri ved Universitetet i Turin. (6/4 07.)
- ERIKSSON, JAKOB, Dr. phil., Professor, Forstander for den plante-fysiologiske og landbrugsbotaniske Afdeling af Landbruks-Akademiens Experimentalfält ved Stockholm. (3/4 08.)

- HJORTDAHL, THORSTEIN HALLAGER, Dr. phil., Professor i Kemi ved Universitetet i Kristiania. (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 08.)
- TIGERSTEDT, ROBERT, Dr., Professor i Fysiologi ved Universitetet i Helsingfors. (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 08.)
- FISCHER, EMIL, Dr. phil., Professor i Kemi ved Universitetet i Berlin. (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 08.)
- LANGLEY, J. N., Dr., Professor i Fysiologi ved Universitetet i Cambridge. (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 08.)
- DREYER, GEORGES, Dr. med., Professor i Pathologi ved Universitetet i Oxford. (<sup>14</sup>/<sub>5</sub> 09.)
- KOSSEL, ALBRECHT, Dr. med., Professor i Fysiologi ved Universitetet i Heidelberg. (<sup>14</sup>/<sub>5</sub> 09.)
- GEIKIE, SIR ARCHIBALD, Geolog og Mineralog, Præsident for Royal Society, London. (<sup>15</sup>/<sub>4</sub> 10.)
- VOIGT, WOLDEMAR, Dr. phil., Professor i Fysik og Bestyrer af det fysiske Institut, Göttingen. (<sup>15</sup>/<sub>4</sub> 10.)

*Kassekommissionen:*

E. HOLM.      J. P. GRAM.      H. HØFFDING.      O. T. CHRISTENSEN.

*Revisorer:*

H. VALENTINER.      MARTIN KNUDSEN.

*Kommissionen for Registrering af litterære Kilder til dansk Historie i Udlandet.*

JOH. STEENSTRUP.      J. A. FRIDERICIA.      H. O. LANGE.

*Udvalg for den internationale Katalog over naturvidenskabelige Arbejder.*

H. G. ZEUTHEN.      S. M. JØRGENSEN.      C. CHRISTIANSEN.  
FR. V. A. MEINERT.      † CHR. BOHR.      L. KOLDERUP ROSENVIINGE.

*Medlemmer af det staaende Udvalg for den internationale Association af Akademier.*

H. G. ZEUTHEN.      J. L. HIEBERG.

# BERETNING OM MØDERNE 1911.

## 1. Mødet den 13<sup>de</sup> Januar.

(Tilstede var Hs. MAJESTÆT KONGEN og 26 ordinære Medlemmer, nemlig THOMSEN, *Præsident*, Jørgensen, Christiansen, Krabbe, Wimmer, Johs. Steenstrup, Heiberg, Høffding, P. E. Müller, Gram, Valentiner, O. T. Christensen, Prytz, Pechüle, Jónsson, Johannsen, Juel, K. J. V. Steenstrup, Ussing, Lange, S. P. L. Sørensen, Andersen, Knudsen, Thoroddsen, *Sekretæren*, Warming).

Professor, Dr. C. JUEL gav en Meddelelse om rette Linjer paa en ikke-analytisk Flade af 3dje Orden.

Derefter gav Dr. phil. K. J. V. STEENSTRUP en biografisk Meddelelse om Selskabets udenlandske Medlem K. L. Giesecke.

Til *Revisor* i Stedet for Professor, Dr. O. T. CHRISTENSEN, der er indvalgt i Kassekommissionen, valgtes Docent MARTIN KNUDSEN. Valget gælder for Tiden indtil 1914.

Det besluttedes at indgaa Bytteforbindelse med *Société française de physique, Paris*.

*Redaktøren* fremlagde som nylig udkommet:

Skrifter, 7. Række, naturv.-math. Afd., IX, Nr. 1, indeholdende HOLGER MØLLGAARD: Studier over det respiratoriske Nervesystem hos Hvirveldyrene.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 1—65, hvoriblandt private Gaver fra Selskabets Medlem JOHS. STEENSTRUP og fra Professor NORDSTEDT i Lund.

---

## 2. Mødet den 27<sup>de</sup> Januar.

(Tilstede var 33 Medlemmer, nemlig JØRGENSEN,  *fungerende Vicepræsident*, Christiansen, Krabbe, Wimmer, Johs. Steenstrup, Heiberg, Høffding, Kroman, P. E. Müller, Bohr, Gram, O. T. Christensen, O. G. Petersen, Prütz, Pechüle, Jónsson, Johannsen, Juel, Buhl, Rosenvinge, Rubin, K. J. V. Steenstrup, A. Christensen, Henriques, C. O. Jensen, Ussing, S. P. L. Sørensen, J. L. W. V. Jensen, Andersen, Knudsen, Thoroddsen, Madsen,  *Sekretæren*).

Professor, Dr. O. T. CHRISTENSEN gav en Meddelelse om fosforescerende Zinksulfid (Sidots Blende). Den vil blive offentliggjort i Oversigten.

Derefter gav Docent MARTIN KNUDSEN en Meddelelse om Luftarters Varmeledning og Akkomodationskoefficient. Den vil ligeledes blive trykt i Oversigten.

*Redaktøren* fremlagde som nylig udkommet:

Skrifter, 7. Række, hist.-philos. Afd., II, 1, indeholdende BJÖRN MAGNÚSSON ÓLSEN: Om Gunnlaugs Saga Ormstungu.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 66—133, hvoriblandt private Gaver fra d'Hr. HENRIKSEN, WEINEK og ZEMPLÉNI.

## 3. Mødet den 10<sup>ende</sup> Februar.

(Tilstede var 37 Medlemmer, nemlig THOMSEN,  *Præsident*, Holm, Jørgensen, Krabbe, Wimmer, Topsøe, Warming, Johs. Steenstrup, Gertz, Heiberg, Høffding, Erslev, Fridericia, O. T. Christensen, O. G. Petersen, Salomonson, Pechüle, Jónsson, Johannsen, Bang, Juel, Kålund, Rosenvinge, Troels-Lund, Jungersen, Levinsen, Rubin, Hude, A. Christensen, Henriques, Ussing, Lange, S. P. L. Sørensen, Knudsen, Thoroddsen, Madsen,  *Sekretæren*).

Selskabet havde den 3dje Februar mistet sit Medlem Professor, Dr. med. CHR. BOHR, opt. i den naturv.-math. Klasse 18/5 1888. I den Anledning udtalte  *Præsidenten*:

Inden vi gaar over til Dagsordenen for vort Møde idag, ønsker jeg blot med nogle Ord at minde om det store Tab, som Selskabet og den danske Videnskab siden vort sidste

Møde har lidt ved Professor i Fysiologi CHR. BOHR's saa uventede Bortgang. Som det er Dem alle bekendt, blev han Natten til den 3dje d. M. ved en pludselig Død bortkaldt midt i sin fulde Livskraft og indtil det sidste sysselsat med de omfattende Arbejder, der i længere Tid fuldstændig havde optaget ham, og af hvilke han, med god Grund, som det synes, ventede sig betydningsfulde Resultater. Det er at haabe, at de er naaede saa vidt, at i det mindste noget deraf maa kunne komme frem som en Afslutning af hans rige Livsgerning.

Det forekommer mig, at Videnskabernes Selskab — i hvilket han blev optaget som Medlem den 18. Maj 1888, 33 Aar gammel — har særlig Grund til at mindes ham i Højagtelse og Taknemlighed. Ikke blot var han en af dem, der flittigst var tilstede i vore Møder, men han har altid omfattet alle Selskabets Anliggender med den mest levende Interesse, og de betydeligste af hans Arbejder har været forelagte her og er, hvis jeg ikke fejler, blevne offentliggjorte gennem Selskabet. At komme ind paa en Omtale af hans videnskabelige Arbejder vilde ligge ganske udenfor min Kompetence. Maaske tør vi haabe senere fra kyndigere Side at faa en Skildring af hans hele Virksomhed. Men hvad end vort Fag er, tror jeg, at vi alle uden Undtagelse — og i desto højere Grad, jo nærmere det er blevet os forundt at træde i personligt Venskabsforhold til ham — har en levende Følelse af, at med ham er ikke blot en betydelig Videnskabsmand, men hvad mere er, et ualmindeligt Menneske gaaet bort.

Det vindende hos Bohr og det, som vi saa op til, var hans livlige Aand og hans klare og kloge Tanke, men først og sidst hans ærlige, sandhedssøgende og trofaste Karakter og hans fine og gennemdannede Personlighed. Som den ægte Videnskabsmand han var, var det ham altid om at gøre, uden at se til højre eller venstre, at naa til Klarhed over de Spørgsmaal, der mødte ham, og det ikke blot inden for hans

egen Videnskab, men ved ethvert Fænomen, der traadte ham imøde i den fysiske eller i Aandens Verden eller i det praktiske Liv. Altid var det ham da en Glæde og en Trang at udtale sig, og ofte har vi ogsaa her i Selskabet, saavel i vore Møder som i snævrere Udvalg, haft Lejlighed til at beundre det Liv, hvormed han kunde deltage i en Diskussion, og den mere end én Gang fremtrædende Evne til at finde det forløsende Ord, som kunde bane Vej for en Udjævning af Meningsforskelligheder. Og selv naar vi ikke kunde være enige med ham, lyttede vi dog gerne til hans Ord, fordi de altid var Udtryk for kloge Tanker og udelukkende baarne af hans Stræben efter Sandhed og Ret, og fordi de, trods al tilsyneladende Skarphed, stedse fremtraadte i en egen elskværdig, hensynsfuld og beskeden Form. Nu er han borte og vi skal aldrig mere høre hans Ord. Men vi jvil stedse bevare Mindet om ham som den fremragende Forsker, den elskværdige Kollega og den trofaste Ven.

Ære være Christian Bohrs Minde!

Professor, Dr. E. HOLM holdt et Foredrag om Udviklingen af Frederik VI's Kabinetsregering, medens han var Kronprins.

Det besluttedes at optage følgende Afhandlinger i Skrifterne:

AXEL NIELSEN: *Den tyske Kameralvidenskabs Opstaaen i det 17. Aarhundrede*;

JENNY HEMPEL: *Researches into the Effect of Etherization on Plant Metabolism*; og

JOHANNES HJELMSLEV: *Om Regning med lineære Transformationer*.

I Overensstemmelse med Forfatterens Ønske meddeles her den Betænkning, som er afgivet om Dr. A. Niensens Afhandling:

Efter Anmodning af det kgl. danske Videnskabernes Selskab skal vi udtale følgende om den af Dr. polit. Axel Nielsen indsendte Afhandling „Den tyske Kameralvidenskabs Opstaaen

i det 17de Aarhundrede“, som han har ønsket optaget i Selskabets Skrifter.

Forf. har i dette grundige, men ved sin Form og sit Indhold noget tunge Arbejde givet en Fremstilling af, under hvilke Forhold den ældre tyske Kameralvidenskab er opstaaet, og det har været hans Hovedmaal at vise, at den græske Oldtids Statslære og især Aristoteles Skrifter, fremfor alt hans „Politik“, har haft en langt stærkere og mere indgribende Indvirkning, end man hidtil har antaget.

Han begynder med at skildre Jean Bodins Betydning og hævder, at denne Forfatter væsentlig kun reproducerer tidligere Tidens Statslære, idet han søger at forene græsk og romersk Statsopfattelse. Dog bygger Bodin især paa græsk Grundlag, og i sin Opfattelse af Skatter afviger han derfor ogsaa fra den romerske Retsstats udelukkende Betoning af, om Skatten er retfærdig, hvortil der bl. a. kræves, at Staten kun tager Skat i Forhold til de Goder, den antages at yde i det enkelte og til den enkelte; Bodin derimod kan tage moralske og opdragende Hensyn. Forf. gaar derefter over til at behandle den kort efter Bodins Tid fremtrædende tyske Litteratur og skildrer særlig udførlig Kaspar Kloch, hvis Skrifter han anser som typiske for Tidens juridisk-politiske Litteratur. Hos Kloch møder man det ensidige romerske Syn paa Staten som et Retssamfund, uden Evne til at udforme sig videre, og ved sin seje Fastholden ved den romerretlige Opfattelse kommer Kloch i sit Værk om Skattevæsenet til udelukkende at tage Hensyn til den overleverede romerske Formueskat, idet det baade praktisk og teoretisk laa fjernt fra hin Opfattelse at tage Hensyn til, hvad det personlige Arbejde kunde kaste af sig. Imidlertid havde Bodin øvet sin Indvirkning i Tyskland, og samtidig med, at Naturrettens Fremkomst gav Anledning til en national Retsvidenskabs Opstaaen, banede den græske Statsfilosofi sig Vej og bragte det teoretiske Grundlag for den moderne Stat. Nu begynder hele

den Litteratur, som Forf. betegner som den ældre Kameralvidenskab og som blev Forløber for de senere „Kameralister“. Han paaviser her, hvorledes Aristoteles' „Politik“ kom i første Række til at være ledende ved ethvert Studium af saavel Statslære som Statskunst. Endelig forfølger han denne Videnskabs Udvikling, indtil den nyere Kameralvidenskab, som byggede paa den empiriske Filosofi, omstyrkede den gamle Autoritetstro.

Der kan næppe være Tvivl om, at Dr. A. Niensens Arbejde er udført med megen Omhyggelighed og Dygtighed. Vi maa ganske vist tage et Forbehold med Hensyn til vor egen Kompetence til at fælde en Dom om Studier over et Emne, der ligger danske Videnskabsmænd fjernt; den af Forfatteren behandlede Litteratur rummes for en Del i omfattende Folioværker, hvoraf mange tilmed ikke findes her i Landet, i alt Fald ikke i de Udgaver, som Forf. under sine Studier i Udlandet har benyttet og citerer. Imidlertid har vi ved Prøver kun fundet vort Indtryk af Forf.s Paalidelighed bekræftet, og han er da ogsaa ved tidligere videnskabelig Virken bekendt som en grundig og skarpsindig Forsker. Arbejdet har sikkert Værdi paa flere Maader. Det stiller mange af hine Tidens Lærde i ny Belysning, den stærke Fremdraging af den græske Statslæres Indvirkning har megen Krav paa Opmærksomhed; hans hele Belysning af, hvorledes Opfattelsen af Staten som den nødvendige Forudsætning for Pengeøkonomiens og Handelens virksomme Eksistens — medens Agerbrug m. v. kan eksistere uden Stat — ogsaa bidrager til, at Staten faar som en af sine Hovedopgaver at varetage Rigelighed af Penge i Landet og Handelen paa Udlandet, og hvorledes dette atter maa føre til nye Skatteteorier, har megen Interesse. Vi maa ogsaa nævne, at Forf. i rundeligt Maal tager Hensyn til hine Tidens italienske og spanske Litteratur, og at han stiller hele sit Emne i Belysning af Bevægelser paa Litteraturens og Religionens Omraade. Derimod kunde vi ønske, at

Forf. i stærkere Grad havde dvælet ved, hvorledes de i Tiden foreliggende praktiske og økonomiske Tilstande har indvirket paa de videnskabelige Teorier.

Overfor en mulig Indvending om, at Afhandlingen, da den behandler Nationaløkonomi, ikke falder ind under Selskabets videnskabelige Omraade, skal vi bemærke, at Skriftet væsentlig er historisk; det er en litteraturhistorisk Undersøgelse, som ogsaa i høj Grad kommer ind paa Retshistorien og paa de forskellige Tidens filosofiske Statslære, saa at det ved sit Indhold ikke afviger fra mange tidligere Afhandlinger mellem Selskabets Publikationer.

Vi anbefaler derfor Dr. Axel Nielsens Arbejde til Optagelse i Selskabets Skrifter.

Den 15. Januar 1911.

MARCUS RUBIN.

JOH. STEENSTRUP,  
Affatter.

Efter Forslag af Klasserne vedtog Selskabet at stille nedenanførte Prisopgaver og for deres Besvarelse udsætte de tilføjede Belønninger.

## DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS PRISOPGAVER FOR 1911.

### DEN HISTORISK-FILOSOFISKE KLASSE.

#### HISTORISK OPGAVER.

(PRIS: SELSKABETS GULDMEDEILLE)

Der foreligger sikkert et rigt Materiale til Belysning af Middelalderens Borge i Danmark. Mange betydelige Bygninger eller Ruiner af saadanne er endnu bevarede, og ved omhyggelige Undersøgelser er der bragt Oplysninger om Udstrækningen og Karakteren af et stort Antal Borge, som nu næsten er gaaede til Grunde. Om Befæstningernes Art vil Slutninger

kunne drages af, hvad der vides om andre Forsvarsværker, f. Eks. omkring Købstæder, og den kirkelige Bygningskunst vil kunne oplyse om Enkeltheder i Gaardenes Arkitektur. Der er endvidere offentliggjort mange Aktstykker fra Middelalderen, som giver Efterretninger om Slottenes og Herregaardenes Bygningsmaade og nærmere Indretning, ligesom Lensregnskaber fra en lidt senere Tid vil kunne oplyse om mange Enkeltheder ved de dengang endnu bevarede Borge. Endelig vil den parallelle Udvikling i andre Lande kunne yde megen Vejledning.

Videnskabernes Selskab udsætter derfor sin Guldmedaille for  
en Afhandling, der undersøger og fremstiller Borgenes  
Bygning i Danmarks Middelalder og skildrer deres  
Anlæg, Forsvarsværker, Arkitektur og øvrige Indretning.  
Indleveringsfrist indtil 31. Oktober 1912.

### DEN NATURVIDENSKABELIG-MATHEMATISKE KLASSE.

#### ASTRONOMISK OPGAVE.

(PRIS: SELSKABETS GULDMEJLLE.)

Ole Rømers nys af Selskabet udgivne Adversaria indeholder bl. a. en hel Del astronomiske Undersøgelser og Beregninger. Det ligger allerede i Betegnelsen Kladdebog, at disse var nedskrevne under forskellige Forhold, til forskellige Tider og væsentlig til hans egen Efterretning, og at de derfor ikke altid er frie for Skrive- eller andre tilfældige Fejl og for indbyrdes Afvigelser, ej heller altid lige tydelige særlig for Nutidens Læsere. Det kan ogsaa have sin Interesse at sammenholde dem med, hvad man ellers véd om Ole Rømer i Særdeleshed, og med Datidens Astronomi i Almindelighed.

Selskabet udsætter derfor sin Guldmedaille som Belønning for

en Belysning af de i Ole Rømers Adversaria indeholdte astronomiske Bidrag, ledsaget af en Paavisning af deres

Forhold til, hvad man ellers véd om hans videnskabelige Virksomhed, og til Datidens astronomisk videnskabelige Standpunkt.

Indleveringsfrist indtil 31. Oktober 1912.

### KEMISK OPGAVER.

(PRIS: SELSKABETS GULDMEDEILLE.)

Løsningen af Spørgsmaalet om Proteinstoffernes rationelle Sammensætning maa i første Række grundes paa Bestemmelsen af Arten og Mængden af disse Stoffers hydrolytiske Spaltningsprodukter.

Om end E. Fischers og hans Medarbejders Undersøgelser i det sidste Tiaar har bragt den kvalitative Undersøgelse af Proteinstofspaltningsprodukterne et stort Skridt fremad, kan denne Side af Spørgsmaalet dog endnu langt fra betragtes som løst.

Hvad Spørgsmaalets kvantitative Side angaar, stiller Sagen sig endnu ugunstigere. A. Kossel og hans Elever har udarbejdet Metoder til Hexonbasernes kvantitative Bestemmelse, men der mangler fyldestgørende Kontrolanalyser til Belysning af Metodernes Ydeevne. For de allerfleste af de øvrige Spaltningsprodukters Vedkommende mangler man ganske kvantitative Bestemmelsesmetoder, idet E. Fischers „Ætherificeringsmetode“ næppe tør betragtes som en i egentlig Forstand kvantitativ Fremgangsmaade. I ethvert Tilfælde foreligger der indtil nu kun et for ganske nylig af Th. B. Osborne offentliggjort Kontrolforsøg over Metodens Anvendelighed i denne Retning; Osborne genfinder gennemsnitlig 66 % af de til Kontrolforsøget anvendte Aminosyrer.

Det vilde selvfølgelig være i høj Grad ønskeligt, om virkelig kvantitative Metoder kunde findes, men i Mangel heraf vil det være af stor Betydning for Proteinstofstudiet ved nøjagtige Kontrolforsøg at fastslaa, hvilken Værdi man tør tillægge de

nu benyttede Metoder og de ved Hjælp deraf vundne Resultater.

Videnskabernes Selskab udsætter derfor sin Guldmedaille som Pris for et Arbejde, der

1) giver en samlet Oversigt over de hidtil benyttede Metoder til kvalitativ og kvantitativ Adskillelse af Protein-  
stofspaltningsprodukterne, og

2) enten ved nye Fremgangsmaader eller ved Æn-  
dringer i allerede kendte Metoder eller ved en kritisk-  
eksperimentel Vurdering af nogle af de vigtigste af de  
hidtil anvendte Metodens Ydeevne giver nye Bidrag til  
Analysen af Proteinstoffernes Spaltningsprodukter.

Indleveringsfrist indtil 31. Oktober 1913.

#### FOR DET CLASSENSKE LEGAT.

(PRIS: 800 KR.)

Den normale Tarmflora hos Oksen er endnu kun lidet kendt. Der foreligger vel spredte Meddelelser angaaende Forekomsten af Coccer, Bakterier henhørende til Coligruppen og sporebærende Baciller, men der savnes dels et Overblik over Floraen i Almindelighed, dels Kendskab til Forholdene i de enkelte Tarmafsnit og til den Indflydelse, som Dyrets Alder og den optagne Fødes Beskaffenhed udøver, og dels endelig et nærmere Kendskab til de enkelte Mikrober. En nøjere Undersøgelse af Tarmfloraen vil ikke blot have naturhistorisk Interesse, men vil tillige kunne bidrage i væsentlig Grad til Forstaaelsen af de særlig hos Smaakalve saa hyppige Sygdomme i Fordøjelseskanaalen.

Videnskabernes Selskab udsætter derfor en Pris paa 800 Kr. af det Classenske Legat for en fyldestgørende Besvarelse af følgende Opgave:

Der ønskes en Undersøgelse af Bakteriefloaraen i den normale Tarmkanal hos Oksen med særlig Hensyntagen

til Forholdene i de første Uger efter Fødslen; de enkelte Bakterieførers morfologiske og biologiske Forhold ønskes undersøgte i et saadant Omfang, at en nærmere Sammenligning med nærstaaende, kendte Former vil være mulig.

Indleveringsfrist indtil 31. Oktober 1913.

---

Besvarelsene af Spørgsmaalene kan være affattede i det danske, svenske, engelske, tyske, franske eller latinske Sprog. Afhandlingerne betegnes ikke med Forfatterens Navn, men med et Motto, og ledsages af en forseglet Seddel, der indeholder Forfatterens Navn, Stand og Bopæl, og som bærer samme Motto. Intet af Selskabets indenlandske Medlemmer kan konkurrere til nogen af de udsatte Præmier. Belønningen for den fyldestgørende Besvarelse af et af de fremsatte Spørgsmaal, for hvilket ingen anden Pris er nævnt, er Selskabets Guldmedaille af 320 Kroners Værdi.

Inden Udløbet af den for hver enkelt Opgave satte Frist indleveres Prisbesvarelsene til Selskabets Sekretær, Professor em., Dr. H. G. ZEUTHEN. Bedømmelsen falder i den paafølgende Februar, hvorefter Forfatterne kan faa deres Besvarelses tilbage.

---

*Kommissionen for Registrering af litterære Kilder til dansk Historie i Udlandet* afgav følgende Beretning om sin Virksomhed i Aaret 1910:

Kommissionen har i 1910 fortsat det i forrige Aar begyndte Registreringsarbejde i Norge ved at udsende Underbibliotekar Carl S. Petersen paa en Maanedes Rejse til Trondhjem og Bergen. Den meget store Samling i Videnskabernes Selskabs Bibliotek i Trondhjem og de mindre Samlinger i Bergen er nu gennemsøgte og registrerede færdig. Carl S.

Petersen hjembragte ialt 519 Sedler, hvoraf mange angaaende Breve fra Danske.

Registreringen paa det Kgl. Bibliotek i Stockholm fortsatte Frk. Dr. phil. Ellen Jørgensen i en Maaned uden at faa den helt tilendebragt. Hun hjembragte 337 Sedler. Blandt de interessante Aktstykker, hvorpaa hun henledte Opmærksomheden, maa nævnes et Roskilde-Kalendarium fra 13. Aarhundrede, som findes foran i en Samling mathematiske Lærebøger, der har været benyttet af en dansk Studerende i Paris. Haandskriftet er laant herved til nøjere Undersøgelse og til Fotografering.

Magister art. Axel Hansen har paa en Studierejse til Schweiz undersøgt de Kilder til Dansk Historie, som findes i Biblioteket i Genève. Han hjembragte ialt 20 Sedler.

Ved Kommissionens Mellekomst er det desuden lykkedes til det Kgl. Bibliotek at erhverve Originalmanuskriptet til Biskop Jørgen Hansens Selvbiografi (i forkortet Form udgivet i Sønderjyske Aarbøger 1904) som Gave fra hans Søn, fhv. Herredsfoged Hansen i Augustenborg. En Del Breve fra Biskoppens Familie, og navnlig fra ham selv, paa hvilke Mag. Axel Hansen henledte Opmærksomheden ved sin Registrering ifjor, har Kommissionen velvilligst faaet overladt til Undersøgelse.

Hidlaan af Manuskripter fra fremmede Biblioteker paa Grundlag af Kommissionens Registrering finder stadig Sted og har i det forløbne Aar gentagne Gange sat sig Spor i den trykte Litteratur. Saaledes har Fru Dr. phil. Lis Jacobsen til sin Udgave af P. Palladius's Skrifter benyttet det i Vexiö fundne Haandskrift vedrørende ham. Hr. Eiler Nystrøm har i sine „Biografiske Efterretninger om Peter Munthe Bruns og Ane Munchs Slægt“ (Kbhvn. 1910, S. 201ff.) aftrykt et i Trondhjem fundet Sørgedigt af Petter Dass.

De indkomne Sedler er ordnede og forsynede med Henvisninger.

Regnskabet for 1910 stiller sig saaledes:

Indtægt:		Kr. ø.
Overført fra 1909 .....		90. 75
Selskabets Bidrag for 1910 .....	1200. 00	
Renter .....	33. 48	
	Sum ...	1324. 23
Udgift:		Kr. ø.
Honorarer .....	915. 00	
Sekretærløn .....	300. 00	
Andre Udgifter .....	18. 61	
	Sum ...	1233. 61

Rest at overføre: 90 Kr. 62 Øre.

H. O. LANGE.      JOH. STEENSTRUP.      J. A. FRIDERICIA.

*Redaktøren* fremlagde Oversigt 1910 Nr. 6 (udk. <sup>10</sup>/<sub>2</sub> 1911).

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 134—201, hvoriblandt en privat Gave fra Hr. HÆRET.

#### 4. Mødet den 24<sup>de</sup> Februar.

(Tilstede var 36 Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Holm, Jørgensen, Christiansen, Krabbe, Wimmer, Warming, Johs. Steenstrup, Heiberg, Høffding, P. E. Müller, Gram, Valentiner, Erslev, Fridericia, O. T. Christensen, Pechüle, O. G. Petersen, Jónsson, S. Müller, Juel, Buhl, Kålund, Rosenvinge, Levinsen, Drachmann, A. Christensen, Ussing, S. P. L. Sørensen, J. L. W. V. Jensen, Knudsen, Thoroddsen, Madsen, *Sekretæren*, C. O. Jensen, Olrik.)

Professor, Dr. E. HOLM fortsatte sit Foredrag om Udviklingen af Frederik VI's Kabinetsregering, medens han var Kronprins.

Derefter gav Professor, Dr. FINNUR JÓNSSON en Meddelelse om islandske Gaardnavne. Den vil blive trykt i Oversigten.

Den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse forelagde nedenstaaende, af den tiltraadte, Bedømmelser af indkomne Prisbesvarelser.

Selskabet har anmodet os om at afgive Betænkning over den paa den astronomiske Prisopgave af 1909 (se Oversigt 1909 S. (21)) indkomne Besvarelse under Mottoet: *Haec imatura a me frustra leguntur.*

Opgaven gik ud fra, at Komet 1886 I, ved Aug. Svedstrups Beregninger gennem dens egen Bevægelse, havde vist sig at have en Masse, i dette Tilfælde en negativ Masse, og fordrede en Paavisning af de Betingelser, under hvilke det er muligt at bestemme en Komets Masse, en Undersøgelse af, om ogsaa andre Kometer viser lignende Forhold, samt en definitiv Beregning af i det mindste 1 saadan Komets Bane.

I Stedet derfor søger Forfatteren at paavise, at det iagttagne Løb af Kometen 1886 ikke kræver Antagelsen af nogen Masse.

Han anbringer først paa hver Iagttagelse to Korrektioner:

I. Korrektion hidrører fra nye Positioner af Sammenligningsstjernerne, for hvilke han, navnlig for de sydlige Stjernerens Vedkommende, har bedre Kilder, end Svedstrup den Gang kunde have.

II. Korrektion bestaar i en Reduktion fra hver Iagttagelse til, hvad man kan kalde en Standard-Iagttagelse. Disse Reduktioners Beløb finder han ved en omstændelig Sammenligning mellem de enkelte Iagttageres Observationer indbyrdes.

Efter saaledes at have korrigeret Iagttagelserne sammenholder han disse med en Efemeride efter Svedstrups Elementsystem B, der endnu forudsætter Massen O, og finder for hver Iagttagelse Afvigelsen O—C (Iagttagelse  $\div$  Regning).

Disse Afvigelser samler han til 10 Normalafvigelser, udleder af dem de sandsynligste Korrektioner til Elementsystemet B og finder, at de endnu resterende Normalafvigelser ligger indenfor de Grænser, man kan vente sig af den Slags

Iagttagelser, hvoraf han atter slutter, at hans korrigerede Elementsystem repræsenterer Kometens iagttagne Løb saa godt, som ventes kan, saa at der ingen Grund er til at antage nogen Masse for Kometen.

Hertil skal vi gøre følgende Bemærkninger.

De endelige Normalafvigelser, Forfatteren har fundet efter sit korrigerede Elementsystem, er meget lidt forskellige fra de Normalafvigelser, han havde fundet efter Svedstrups Elementsystem B, saa at ogsaa de to Elementsystemer er meget lidt forskellige, og det samme maa da ogsaa gælde om de enkelte Observationers Afvigelser.

Men sammenholdes nu disse, saaledes som Forfatteren har udledt dem af Elementsystemet B efter de korrigerede Iagttagelser, med Svedstrups Afvigelser, ses det, at de i det hele taget kun i ringe Grad er mindre end Svedstrups. Svedstrup bygger sin Hypotese paa den Gang, der viser sig i hans Afvigelser efter Kometens Perihelipassage, d. e. i Maanederne Maj—Juni—Juli, særlig mod Slutningen af dette Tidsrum, og denne Gang vedbliver i ikke meget formindsket Grad at bestaa i Forfatterens Afvigelser. At den ikke træder saa godt frem i hans Normalafvigelser, ligger i, at han har samlet alle Afvigelseerne i Juni og Juli til 1. Normalafvigelse, dem i Maj derimod til 3.

Uden Hensyn til Spørgsmaalet, om nævnte Gang kan bortskaffes paa anden Maade end ved Svedstrups Hypotese, er det altsaa i alt Fald ikke lykkedes Forfatteren i væsentlig Grad at bortskaffe den ad den af ham betraadte Vej.

Var dette lykkedes ham, vilde vi nok kunne have betragtet hans Afhandling som en Besvarelse af Prisopgaven, skønt den ikke indeholder nogen Paavisning af de Betingelser, under hvilke det er muligt at bestemme en Komets Masse, og nogen Anvendelse af disse paa en anden Komet; thi naar Kometen 1886 ikke havde nogen paaviselig Masse, kunde han jo ikke finde en anden, der lignede den ved at have en saadan.

Men da vi ifølge ovenstaaende ikke kan se, at det er lykkedes ham, skal vi slutte denne vor Betænkning med følgende Udtalelse:

Forfatterens Afhandling indeholder et omhyggeligt og omfattende Arbejde, der eventuelt kan tjene som et godt Grundlag for en videre Forfølgelse af Sagen. Men vi kan ikke betragte den som en Besvarelse af den stillede Prisopgave og kan derfor heller ikke tilraade Selskabet at tildele den Prisen.

Januar 1911.

J. L. E. DREYER.

C. F. PECHÜLE,  
Affatter.

Som Besvarelse af den af Videnskabernes Selskab i 1909 for det Classenske Legat udsatte Prisopgave: „en Undersøgelse af de Omdannelser, som det til Gødningsbrug fremstillede Calciumcyanamid undergaar under Opbevaring og efter Anvendelse ved Nedbringen i Jorden“ er der indkommen en Afhandling under Mærket „Calciumcyanamid, Kopenhagen 19<sup>08/10</sup>“ og med Titlen „Das Verhalten der zur Düngung benutzten Calciumcyanamids bei der Aufbewahrung und dessen Umsetzung in der Ackererde“.

I Henhold til det os overdragne Hverv skal vi om dette Arbejde udtale følgende:

Forfatteren har ikke, saaledes som det var Meningen, besvaret Opgaven paa Grundlag af nye og selvstændigt udførte Undersøgelser over det opgivne Emne, men han har alligevel paa Grundlag af Forskningens nuværende Standpunkt givet et værdifuldt Bidrag til Besvarelsen af Spørgsmaalet om, hvorledes Calciumcyanamidet forholder sig ved Opbevaring, og hvorledes det omsætter sig i Agerjorden, idet han med betydelig kritisk Sans og med megen Sagskundskab har gennemgaaet en stor og væsentlig Del af den herhen hørende Litteratur — ialt 116 Arbejder — og deraf draget sine Slutninger. Man faar Indtrykket af, at han er særlig sagkyndig paa det behandlede Omraade, og der er næppe Tvivl om, at han selv

har arbejdet eksperimentelt med nogle af de foreliggende Spørgsmaal, hvilket ogsaa skinner igennem paa et enkelt Punkt i Afhandlingen.

I Slutningen af sit Arbejde giver Forfatteren en klar Oversigt over de Resultater, hvortil han kommer ved en kritisk Vurdering af de hidtil udførte Undersøgelser, idet han baade gør Rede for Aarsagen til Vægtforøgelsen ved Opbevaring af det tekniske Calciumcyanamid, den dermed forbundne Tilbagegang i samlet Kvælstofindhold, den delvise Omdannelse af Cyanamidet til Urinstof og til Ammoniumkarbonat ved Indvirkningen af det under Lagringen dannede Calciumhydroxyd og for Aarsagen til den ofte ret forskellige Virkning af de cyanamidholdige Gødningsstoffer paa Kulturplanterne, der maa søges i Cyanamidets og dets Forbindelsers Giftighed saa vel som i Nytteplanternes forskellige Følsomhed, i Cyanamidomsætningens Afhængighed af Jordbundens kemiske, fysiske og biologiske Egenskaber og i Kvælstofoptagelsens forskellige Forløb hos de forskellige Kulturplanter.

Endvidere omtaler Forfatteren, hvorledes Calciumcyanamidets Omdannelse i Agerjorden fuldbyrdes i fire Hovedfaser: Cyanamid-dannelsen, Urinstofdannelsen, Ammoniak-dannelsen og Nitrifikationen, og giver et godt Overblik over Betingelserne for og Forløbet af hver af disse Processer, ligesom han tilsidst viser, hvilke Slutninger man kan drage med Hensyn til den praktiske Anvendelse af Cyanamidgødningen.

Da Forfatteren ikke har leveret noget nyt Eksperimentalarbejde, saaledes som Opgaven forudsatte, kan vi ikke anbefale, at den udsatte Pris tildeles ham. Men da hans Afhandling, der vel nærmest kunde betegnes som et fortræffeligt historisk-kritisk Indledningsafsnit til et nyt Eksperimentalarbejde paa det omhandlede Omraade, alligevel giver et værdifuldt og med megen Sagkundskab udarbejdet Bidrag til Besvarelse af det foreliggende Spørgsmaal ud fra Forskningens nuværende Standpunkt, samt da Forfatteren sikkert maa have

foretaget Eksperimentalundersøgelser over det tekniske Calciumcyanamid som Gødningsstof, om end disse maaske hidrører fra Tiden, før Opgaven blev stillet, anbefaler vi, at der tilstaas ham 400 Kr. som en Anerkendelse af det dygtige kritiske Arbejde, han har udført.

København, den 25. Januar 1911.

A. CHRISTENSEN.

ODIN T. CHRISTENSEN,  
Affatter.

I Henhold hertil besluttede Selskabet at tildele Forfatteren af Besvarelsen af den for det Classenske Legat stillede Prisopgave en Belønning paa 400 Kr., hvis han melder sig og tillader, at Navnesedlen aabnes.

*Universitetet i Kristiania* havde sendt Indbydelse til at sende en Delegeret til dets 100-Aarsfest d. 5.—11. September d. A. Selskabet vil blive repræsenteret af sin Præsident.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 202—260.

---

## 5. Mødet den 10<sup>de</sup> Marts.

(Tilstede var 34 Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Holm, Jørgensen, Wimmer, Warming, Joh. Steenstrup, Heiberg, Høffding, P. E. Müller, Gram, Erslev, O. Christensen, Salomonsen, H. Møller, Jónsson, Johannsen, Buhl, Kålund, Rosenvinge, Troels-Lund, Rubin, K. J. V. Steenstrup, Drachmann, A. Christensen, Henriques, Ussing, Lange, S. P. L. Sørensen, J. L. W. V. Jensen, Knudsen, *Sekretæren*, Gertz, Bang, Levinsen.)

*Sekretæren* meddelte, at Selskabet havde mistet to udenlandske Medlemmer, nemlig Professor i Kemi ved Universitetet i Berlin, Dr. J. H. VAN'T HOFF, optagen i den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse <sup>12</sup>/<sub>4</sub> 01, død den 3. Marts; og Professor i Botanik ved Universitetet i Lund, Dr. BENGT JÖNSSON, optagen i den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse <sup>7</sup>/<sub>4</sub> 05, død den 8. Marts.

Professor, Dr. FR. BUHL gav en Meddelelse om Salomos Oder, hvoraf et Resumé vil blive trykt i Oversigten.

*Kassekommissionen* forelagde det reviderede og deciderede Regnskab for 1910. En Oversigt over det er trykt S. (34)—(36).

*Sekretæren* meddelte, at Forfatteren til den med 400 Kr. belønnede Besvarelse af den for det Classenske Legat stillede Prisopgave om Calciumcyanamid havde meldt sig og vist sig at være Dr. F. LÖHNIS, Privatdocent i Landbrug og Assistent i Bakteriologi ved Landbrugsinstituttet ved Universitetet i Leipzig.

Det besluttedes at optage paa Fransk i Oversigten en Afhandling af Professor J. HJELMSLEV: *Bidrag til den reelle Kurves Infinitesimalgeometri*.

Selskabet vedtog at træde i Bytteforbindelse med *Die wissenschaftliche Gesellschaft, Strassburg*.

## Oversigt over Regnskabet for Aaret 1910.

	Kr.	Øre	Kr.	Øre
<b>Indtægt.</b>				
1. <i>Beholdning:</i>				
a. Kassebeholdning . . . . .	10039	48		
b. 1 Guldmedaille . . . . .	320	"		
c. 2 Sølvmedailler . . . . .	25	"	10384	48
2. <i>Renteindtægt:</i>				
a. 125700 Kr. Husejer Kreditk. Oblig. à 3½ pCt.	4399	50		
95200 - Østifternes Krdf. Oblig. à 3½ -	3332	"		
54000 - do. do. à 4 -	2160	"		
43000 - Jydske Land.Krdf.Oblig. à 3½ -	1505	"		
13000 - Fynske Kreditf.-Oblig. à 3½ pCt.	455	"		
b. 26000 - Prioritets Obligationer à 4 -	1040	"		
c. 600 - Nationalbankaktier, Udbytte . . . .	39	"		
d. Rente af Indlaan i Bankerne . . . . .	395	96	13326	46
3. <i>Statstilskud</i> . . . . .			1500	"
4. <i>Bidrag i Følge fundatsmæssig Bestemmelse:</i>				
a. Til Præmier:				
fra det Classenske Fideikommis . . . . .	400	"		
Etatsraad Schou og Hustrus Legat. . . . .	100	"		
b. Til videnskabelige Formaals Fremme:				
det Hjelmsstjerne-Rosencroneske Bidrag for				
Aaret 1909 . . . . .	2474	"		
c. Fra Carlsbergfondet. . . . .	10000	"		
d. Fra J. P. Suhr & Søns Legat til Erindring				
om Prof., Dr. med. & phil. Julius Thomsen:				
Rente 3½ pCt. af 120200 Kr. Østift. Krdf.				
Oblig. . . . .	4207	"	17181	"
5. <i>For Salg af Selskabets Skrifter</i> . . . . .			289	39
6. <i>Tilfældige Indtægter:</i>				
a. Udtrukne Kreditforenings Obligationer . . . .	1000	"	1000	"
<b>Samlet Indtægt</b> . . . . .			43681	33

### Oversigt over Regnskabet for Aaret 1910.

	Kr.	Øre	Kr.	Øre
<b>Udgift.</b>				
<b>1. Selskabets Bestyrelse :</b>				
a. Løn til Embedsmænd, Medhjælp til Sekretariatet og Arkivet, samt Budet .....	6350	"		
b. Til Selskabets Møder .....	720	39		
c. Til Rengøring .....	401	88		
d. Kontorudgifter .....	1136	34		
e. Porto .....	1137	01		
f. Brandforsikring .....	145	80	9891	42
<b>2. Selskabets Forlagsskrifter :</b>				
a. Af Selskabets Midler :				
a. Oversigten .....	5113	99		
β. Skrifterne :				
Papir til Skrifterne .....	1055	12		
Afhandlinger af Selskabets Medlemmer .	736	83		
Afhandlinger af Ikke-Medlemmer .....	4556	33		
γ. Andre Udgifter til Oplaget af Selskabets Forlagsskrifter .....	428	15	11890	42
b. Af det Hjelmstjerne-Rosencroneske Bidrag :				
<b>3. Anvist af Selskabets Præsident fra J. P. Suhr &amp; Søns Legat .....</b>				
			782	"
<b>4. Understøttelse til Skrifters Udgivelse og videnskabelige Arbejder af Medlemmer eller andre :</b>				
a. Af Selskabets Midler :				
Til Udgivelse af Ole Rømers Adversaria .....			2717	42
b. Af det Hjelmstjerne-Rosencroneske Bidrag :				
a. Til Registrering af literære Kilder til dansk Historie, 5te Bidrag .....	1200	"		
β. Til Dansk historisk Forening .....	400	"	1600	"
<b>5. Den internationale Association af Akademier :</b>				
a. Kontingent .....	146	"		
b. Til løbende Udgifter .....	400	"		
c. Til Udgivelse af Corpus medicorum Græcorum .....	234	85	780	85
Overføres .....			27662	11

### Oversigt over Regnskabet for Aaret 1910.

	Kr.	Øre	Kr.	Øre
<b>Udgift.</b>				
Overført . . . . .			27662	11
<b>6. Pengepræmier og Medailler:</b>				
a. Præmier af Legaterne:				
fra det Classenske Fideikommis . . . . .	"	"		
Etatsraad Schou og Hustrus . . . . .	"	"		
b. Af Selskabets Kasse:				
1 Guldmedaille . . . . .	320	"	320	"
<b>7. Tilfældige Udgifter:</b>				
a. Til et Projektionsapparat . . . . .	"	"		
b. Istandsættelser og mindre Anskaffelser . . . . .	743	35	743	35
<b>8. Indkøb af Obligationer:</b>				
5000 Kr. 4 pCts. Østif. Kreditf. Oblig. . . . .			4762	50
<b>9. Beholdning ved Aarets Slutning:</b>				
a. Kassebeholdning . . . . .	9848	37		
b. 1 Guldmedaille . . . . .	320	"		
c. 2 Sølvmedailler . . . . .	25	"	10193	37
<b>Samlet Udgift . . . . .</b>			<b>43681</b>	<b>33</b>

### Oversigt over Selskabets Status d. 31. Decbr. 1910.

Selskabets Formue:	Kr.	Øre
Kreditforenings Obligationer à 3½ pCt. (Konto 2 a og 4 d) . . . . .	396,100	"
— — — — — 4 — . . . . .	59,000	"
Prioritets Obligationer à 4 pCt. . . . .	26,000	"
Nationalbankaktier . . . . .	600	"
Kassebeholdning, kontant og i Landmandsbanken . . . . .	9,848	37
1 Guldmedaille, 2 Sølvmedailler . . . . .	345	"
	<b>491,893</b>	<b>37</b>

#### Formuens Fordeling:

J. P. Suhr & Søns Legat til Erindring om Prof., Dr. med. & phil. Julius Thomsen . . . . .	120,200	"
Restbeholdning af det Hjelmstjerne-Rosencroneske Bidrag . . . . .	2423	08
Selskabets Kapitalformue, derunder det Thottske Legat:		
Urørlig Formue f. T. . . . .	308,000	"
Disponibel Formue . . . . .	60,925	29
Beholdning af Medailler . . . . .	345	"
	<b>491,893</b>	<b>37</b>

*Redaktøren* fremlagde som nylig udkommet: Skrifter, 7. Række, naturvidenskabelig-mathematisk Afdeling, Bd. VIII., Nr. 5, indeholdende H. JUNGERSEN: *Ichthyotomical Contributions II.*

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 261—321, hvoriblandt private Gaver fra Selskabets udenlandske Medlemmer BÄCKLUND og HELMERT.

---

## 6. Mødet den 24<sup>de</sup> Marts.

(Tilstede var Hs. MAJESTÆT KONGEN og 29 ordinære Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Jørgensen, Christiansen, Krabbe, Wimmer, Warming, Joh. Steenstrup, Gertz, Heiberg, P. E. Müller, Gram, Valentiner, O. G. Petersen, Salomonsen, Pechüle, Jónsson, Johannsen, Jespersen, Buhl, K. J. V. Steenstrup, C. O. Jensen, Ussing, S. P. L. Sørensen, J. L. W. V. Jensen, Knudsen, Thoroddsen, Madsen, *Sekretæren*, Prytz.)

*Sekretæren* meddelte, at Selskabets udenlandske Medlem, Dr. M. TREUB, fh. Bestyrer af den botaniske Have i Buitenzorg ved Batavia, var afgaaet ved Døden i Oktober f. A.; han var bleven optagen i den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse 6/4 1900.

Professor, Dr. C. CHRISTIANSEN forelagde en Afhandling: Eksperimentalundersøgelser over Gnidningselektricitetens Op-rindelse III. Den vil blive trykt i Oversigten.

Derefter gav Dr. phil. K. J. V. STEENSTRUP en Meddelelse om Jernspaten i Kryolithen ved Ivigtut.

Det besluttedes at optage i Oversigten en Afhandling af Dr. phil. MARTIN VAHL: *Livsformerne i nogle skandinaviske Skovformationer.*

*Redaktøren* fremlagde som nylig udkommet: Skrifter, 7. Række, naturvidenskabelig-mathematisk Afdeling, Bd. VIII., Nr. 6, indeholdende C. JUEL: *Om simple cykliske Kurver*.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 322—432, hvoriblandt en privat Gave fra Hr. SCHWOERER.

---

## 7. Mødet den 7<sup>de</sup> April.

(Tilstede var Hs. MAJESTÆT KONGEN og 36 ordinære Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Jørgensen, Christiansen, Krabbe, Wimmer, Warming, Joh. Steenstrup, Gertz, Heiberg, Kroman, P. E. Müller, Gram, Valentiner, Erslev, O. Christensen, Prytz, Salomonsen, Pechüle, Jónsson, Johannsen, Bang, Juel, Rosenvinge, Lehmann, Rubin, K. J. V. Steenstrup, Drachmann, A. Christensen, Henriques, Ussing, S. P. L. Sørensen, J. L. W. V. Jensen, Andersen, Madsen, *Sekretæren*, C. O. Jensen.)

Professor Dr. N. V. USSING gav en Meddelelse om Granitens Indtrængen i Jordskorpen.

*Carlsbergfondets Direktion* afgav nedenstaaende Beretning om Fondets Virksomhed i 1909—10.

### Beretning for 1909—10, afgiven af Direktionen for Carlsbergfondet.

I Henhold til det i Statutterne for Carlsbergfondet § X indeholdte Paalæg undlader Direktionen for dette Fond ikke herved at indsende til det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Beretning om Virksomheden i Aaret 1909—1910.

## I.

Hvad for det første Carlsberg Laboratoriet vedrører, skal følgende meddeles:

### 1. Lokaler og Inventarium.

Bygninger, Varmeapparat og det faste Inventarium har i Aarets Løb krævet ret omfattende Reparationer og Forbedringer.

Til Anskaffelse af nye og Reparation af ældre Instrumenter og Apparater samt til Inventarium af forskellig Slags er medgaaet 4306 Kr. 80 Ø., deriblandt til et Polarimeter med Tilbehør omtr. 1000 Kr., til 2 Modstandskasser og et Spejlgalvanometer med Tilbehør 571 Kr., til luftanalytiske Apparater efter Dr. phil. AUG. KROGH 475 Kr., til en Bogreol 195 Kr., til et Jernskab 185 Kr.

Til Bøger er udgivet 1024 Kr. 69 Ø., og desuden er af Professor EMIL CHR. HANSENS Bø erhvervet c. 1500 Særtryk og over 100 Bøger for 860 Kr. Bogsamlingen er ogsaa i Aar blevet forøget ved ikke faa Gaver.

### 2. Laboratoriets Personale.

I afgangne Professor E. CHR. HANSENS Plads som Forstander for den fysiologiske Afdeling ansattes under 2. Okt. 1909 Dr. phil. JOHS. SCHMIDT fra 1. Okt. 1910 at regne. Hr. A. KLØCKER, som i Aarets Løb var konstitueret som Forstander, knyttedes fra 1. Okt. 1910 til Laboratoriet som extraordinær Forstander for den fysiologiske Afdeling. Ved samme Afdeling fratraadte extraordinær Assistent H. DE FINE OLIVARIUS fra medio Jan. 1910 og ansattes i hans Plads Cand. pharm. V. TOPP fra 1. Jan. s. A. at regne. Ved den kemiske Afdeling fratraadte extraordinær Assistent Cand. polyt. E. JÜRGENSEN fra 15. Sept. 1910 at regne.

## 3. Laboratoriets Driftsudgifter

have udgjort 65519 Kr. 68 Ø., nemlig:

- |  |                |
|--|----------------|
| 1. Lønning til Forstanderne: Professor SØRENSEN 5520 Kr., Cand. SCHJERNING 5320 Kr., Cand. KLØCKER som konst. Forstander 1800 Kr. ....   | 12640 Kr. „ Ø. |
| 2. Lønning til Funktionærer: a. Assisterter: Hr. JESSEN-HANSEN 2300 Kr., Huslejegodtgjørelse 600 Kr.; Hr. KLØCKER 2300 Kr., Huslejegodtgjørelse 600 Kr., som Bibliotekar 100 Kr., for Tilsyn med Oplaget af „Meddelelser“ 50 Kr.; Hr. PALITZSCH 1845 Kr.; Hr. E. JÜRGENSEN 1634 Kr. 17 Ø.; Frøken HØYRUP 1500 Kr.; Hr. DE FINE OLIVARIUS 500 Kr.; Hr. V. TOPP 1125 Kr.; — b. Bogholder JOHANSEN 200 Kr. .... | 12754 - 17 -   |
| 3. Lønning til Folkene: P. ANDERSEN 1200 Kr.; C. PETERSEN 1200 Kr.; N. R. POULSEN 1080 Kr.; H. C. HANSEN 1500 Kr.; en Rengjørerske 480 Kr. ....  | 5460 - „ -     |
| 4. Forbrug og Inventar .....   | 11348 - 59 -   |
| 5. Forskjellige Udgifter .....   | 2035 - 25 -    |
| 6. Skatter og Assurance af Bygningerne ....  | 909 - 69 -     |
| 7. Husreparation og Haverne .....  | 7415 - 57 -    |
| 8. Udgivelse af „Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet“ .....   | 4048 - 81 -    |
| 9. Uforudsete og ekstraordinære Udgifter. ....   | 8907 - 60 -    |

I alt Kr. .... 65519 Kr. 68 Ø.

Med Hensyn til Posterne 1, 2, 3 og 5 henvises til Beretningerne for 1898—99, 1900—01, 1901—02 og 1903—04, angaaende Post 6 til Beretning for 1899—1900, om Post 7 til Beretning for 1907—08. Under Post 9 er indbefattet: Prof. HANSENS og Hustrus Begravelse, en Sølvkrans til hans Kiste,

Rejseunderstøttelser til Professor SØRENSEN 1390 Kr., til Hr. A. KLØCKER 680 Kr. og til Hr. PALITZSCH 300 Kr., et Polarimeter 1008 Kr. 61 Ø. og en Samling Bøger, Særtryk og Naturforskerportrætter fra E. CHR. HANSENS Bo 1300 Kr. Af „Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet“ udkom i April 8. Binds 2. Hefte, i Sept. 9. Binds 1. H. Den danske Udgave var paa henholdsvis  $14^{3/16}$  og  $2^{1/16}$  Ark. Den engelske (franske) paa henholdsvis  $14^{11/16}$  og  $2^{5/16}$  Ark. Oplaget var som sædvanligt 350 Expl. af den danske og 400 af den engelske (franske) Udgave. Omtrent 350 Expl. af hvert Hefte uddeltes til Videnskabsmænd, Institutioner, Biblioteker herhjemme og i Udlandet.

#### 4. Laboratoriets Virksomhed.

Den kemiske Afdeling.

Professor SØRENSEN har med Bistand af d'Hrr. JESSEN-HANSEN, PALITZSCH og JÜRGENSEN samt Frøken HØYRUP fortsat de i tidligere Reretninger omtalte Studier.

Enzymstudiernes 2. Afsnit (Meddelelsernes 8. Bind, 1. Hefte) blev i Aarets Begyndelse offentliggjort paa tysk i „Biochemische Zeitschrift“ 21. Bind. En Tilføjelse dertil er fremkommet i „Meddelelserne“s 8. Bds. 2. Hefte og paa tysk i „Biochem. Zeitschr.“ 22. Bd.

I Tilslutning til disse Undersøgelser har Prof. SØRENSEN sammen med Hr. PALITZSCH offentliggjort et Arbejde om Maa-ling af Brintionkoncentrationen i Havvand og en dertil knyttet Undersøgelse af en ny, til dette Øjemed særlig skikkaet Indikator,  $\alpha$ -Naphtholphtalein. Disse Afhandlinger findes paa dansk og fransk i „Meddelelser“nes 9. Bind, 1. Hefte, paa tysk i „Biochem. Zeitschr.“ 24. Bd.

Som et nyt Led i samme Række Undersøgelser har Prof. SØRENSEN sammen med Hr. JÜRGENSEN studeret Brintionkoncentrationens Ændring ved Proteinstoffers Koagulation. Dette Arbejde er afsluttet og kan ventes trykt i den nærmeste Fremtid.

I Anledning af en Diskussion om Formoltreringens Anvendelighed til Bestemmelse af Aminosyreindholdet i Urin har Prof. SØRENSEN dels sammen med Prof. Dr. med. V. HENRIQUES offentliggjort 2 Afhandlinger i „Zeitschrift für physiologische Chemie“ 63. og 64. Bd., dels alene givet en Meddelelse om denne Titrermethodes Principer i Almindelighed i „Biochem. Zeitschr. 25. Bd.

Sammen med Frøken M. HØYRUP har han fortsat de i tidligere Beretninger omtalte Studier over Aminosyrernes Syntese. En foreløbig Meddelelse om Syntesen af racemisk Arginin og af den dermed isomere  $\alpha$ -Guanidino- $\delta$ -amino-*n*-Valerianesyre er offentliggjort i „Ber. d. deutsch. chem. Ges.“ 1910, 4. Hefte, og paa dansk i „Fysisk Tidsskrift“ 8. Bd., 5. Hefte (Foredrag, holdt i Kem. Forening).

Hr. JESSEN-HANSEN har i Aarets Løb fortsat sine Undersøgelser over Hvedemel med særligt Hensyn til Brintionkoncentrationens Betydning ved Bagningen. Ligeledes har han paa Opfordring af Redaktionen af „Pathologica“ i dette italienske Tidsskrift givet en Række sammenfattende Oversigter over de i de sidste Aar i Carlsberg Laboratoriets kemiske Afdeling udførte Arbejder.

Direktør R. KOEFOED har som Gjæst i Laboratoriet dels fortsat sine i tidligere Beretninger omtalte Arbejder over Invertinspaltning af Rørsukker, dels udført en Undersøgelse over nogle Forhold ved Kjeldahls Kvælstofbestemmelsesmetode og ved Fastsættelsen af den herved benyttede Thiosulfatopløsnings Styrke.

Hr. SCHJERNINGS Arbejder har i Aarets Løb udelukkende drejet sig om Studiet af Proteinstoffernes Omdannelse under Mæsknings- og Udkogningsprocesserne.

Han har foretaget en betydelig Række Forsøg for at opklare, hvorledes de forskellige Udkogningsfaktorer (Koncentration, Kogetid, Tryk, Kogetemperatur, Humlemængde og Humlesort m. fl.) paavirke Urtens Proteinsstoffer. Efter den

lagte Plan skulde disse Forsøgsrækker være afsluttede, men mulig kan det blive nødvendigt at foretage nogle supplerende Forsøg.

Da det ved Prof. SØRENSENS Arbejder er blevet sandsynligt, at Brintionkoncentrationen har afgjørende Betydning for Proteinstofomdannelsens Forløb under Mæskningen, har Hr. SCHJERNING fundet det nødvendigt at supplere sine alt udførte Mæskningsforsøg med nogle nye, hvori ogsaa denne Faktor tages i Betragtning. Disse ville omfatte c. 80 Maalinger, hvor Brintionexponenten varierer fra 12,0 til 2,6. De ville ventelig ogsaa give Oplysning om, hvorvidt forskellige Mængder af Anioner og Kationer influere paa Proteinstofomdannelsen. I disse Forsøg vil desuden Mængden af formoltitrerbart Kvælstof blive bestemt efter Prof. SØRENSENS Metode.

Den fysiologiske Afdeling.

Den konst. Forstander, Hr. A. KLØCKER, har fortsat Prof. HANSENS Undersøgelser over Gjærarternes Kredsløb i Naturen og i denne Anledning analyseret Jordprøver fra Algier og Mexico (velvillig indsendte henholdsvis af Konsul Dr. NISSEN og Cand. pharm. H. DE FINE OLIVARIUS) samt her fra Landet.

Af *Saccharomyces apiculatus* er fremskaffet et stort Materiale fra forskellige Verdens egne, ved hvis Bearbejdelse Hr. KLØCKER har gjort den interessante Iagttagelse, at visse Former af denne Gjærart indeholde Invertin (hvorom han har givet en foreløbig Meddelelse i „Centralbl. für Bakteriologie“ 26. Bd.). Tillige har han foretaget en stor Række Forsøg med de sporedannende Varieteter af samme Gjærart og fundet en Metode til at opbevare dem saaledes, at de ved Dyrkning igjen giver Sporer. Endelig har han udarbejdet en Modification af Pasteurs Draabereaktionsmetode til Paaavisning af meget smaa Mængder Alkohol, hvorved endogsaa 0,005 Rumfangs-procent Alkohol lader sig eftervise.

Laboratoriets Samling af levende Mikroorganismer er

gjennemgaaet og Kulturerne fornyede, hvor det viste sig nødvendigt.

Hr. TOPP har bistaaet Hr. KLØCKER ved disse Arbejder og desuden indøvet Laboratoriets Metoder.

Hr. KLØCKER har til „Meddelelser“ne skrevet en Biografi af EMIL CHR. HANSEN, katalogiseret den af Hansens Bo kjøbte Bogsamling og i Forening med Hr. TOPP oversat paa dansk de af HANSENS Arbejder, som ikke hidtil har været udgivne paa dansk.

Han har endelig i ny Bearbejdelse skrevet Afsnittet „Theoretisches über Gärung“ i 11. Udgave af Leysner-Heiss: „Die Malzbereitung und Bierfabrikation“.

To danske har i kortere Tid arbejdet i den kemiske Afdeling.

## II.

Under Fondets Afdeling B er til videnskabelige Formaal i Aarets Løb, iberegnet det statutmæssige Tilskud til det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab paa 10000 Kr., blevet udbetalt 240859 Kr. 69 Ø., nemlig til:

1. Cand. mag. K. S. ALBRECHTSEN til en sprogvidenskabelig Studierejse til Sydfrankrig og N.Ø. Spanien 600 Kr.
2. Professor, Dr. phil. DINES ANDERSEN til fortsat Udgivelse af „Index to the Names of Mahābhārata“ 1500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 3000 Kr.
3. Docent J. OSCAR ANDERSEN til fortsat Udgivelse af Kirkelexikon for Norden 1000 Kr. Tredie Bidrag af en Bevilling paa 4000 Kr.
4. Professor, Dr. phil. VILH. ANDERSEN til fortsatte Studier over dansk Aandsliv 1500 Kr.
5. Fru Mag. art. NINA BANG til fortsat Bearbejdelse af Øresundstoldregnskaberne fra 1497 til 1660 6000 Kr.
6. Hr. G. BÁRÐARSON til geologiske Undersøgelser paa Island 600 Kr.
7. Dr. jur. KNUD BERLIN til Udarbejdelse af 2. Del af hans Bog „Islands statsretslige Stilling“ 1500 Kr.

8. Dr. phil. R. BESTHORN til fortsat videnskabelig Virksomhed 600 Kr.
9. Professor, Dr. phil. E. BILLMANN til fortsatte Undersøgelser dels over organiske Svovlforbindelser, dels over fumaroide og maleinoide Forbindelser 800 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
10. Professor J. BILLE GRAM til Undersøgelse af Kalksalte i Kaktusplanter 800 Kr.
11. Konferentsraad, Dr. phil. S. BIRKET-SMITH til Udgivelse af Københavns Universitets Matrikel for 1740—1829 2000 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 8180 Kr.
12. Underbibliotekar, Dr. phil. A. A. BJØRNBO til fortsatte Studier over Geografien og de exakte Videnskabers Historie 600 Kr.
13. Museumsinspektør, Dr. phil. CHR. BLINKENBERG til en engelsk Udgave af hans Skrift: „Tordenvaabnet i Kultus og Folketro“ 800 Kr.
14. Dr. phil. L. BOBÉ til fortsat Udgivelse af kultur- og litteraturhistoriske Arbejder 800 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
15. Professor, Dr. med. CHR. BOHR til Assistance ved videnskabelige Arbejder 2000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 4000 Kr.
16. Docent, Dr. phil. HARALD BOHR til Studierejser i Udlandet 600 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 2500 Kr.
17. „Botany of the Færøes“ 2658 Kr. 70 Ø. Sidste Del af en Bevilling paa 5000 Kr.
18. Kaptajn DANIEL BRUUN og Professor, Dr. phil. FINNUR JÓNSSON som Tillæg til den i forrige Beretning nævnte Bevilling 500 Kr.
19. Samme til konserverende Præparation af Oldtidsfund 100 Kr.
20. Professor, Dr. phil. J. N. BRØNSTED til fortsatte Undersøgelser over den kemiske Affinitet 800 Kr.
21. Kaptajn, Mag. scient. F. A. BUCHWALDT til Regnehjælp ved Undersøgelser om Sfæroidens Regnelinie 600 Kr.

22. Afdelingschef, Docent D. LA COUR til Indsamling og Bearbejdelse af meteorologiske Iagttagelser i arktiske Egne i Foraarene 1909 og 1910 1047 Kr. 60 Ø. Første Bidrag af en Bevilling paa indtil 3000 Kr.
23. Cand. mag. L. F. LA COUR til et Værk om Danmarks Mindesmærker og Mindestene 600 Kr.
24. Samme til et Fotografiapparat dertil 269 Kr.
25. Cand. phil. B. T. DAHL og Cand. mag. H. HAMMER til Fortsættelse og Fuldendelse af „Dansk Ordbog for Folket“ 600 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1200 Kr.
26. Cand. pharm. E. DAM til fortsat Arbejde paa en Fremstilling af Apotekervæsenets og Lægemedlernes Historie i Danmark 800 Kr.
27. „Danmark-Expeditionen“. Til Bearbejdelse af dens Resultater 5000 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 20000 Kr.
28. Professor, Dr. phil. A. B. DRACHMANN til en Udgave af de gamle Pindarskolier 1500 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 3000 Kr.
29. Samme og Overbibliokar H. O. LANGE til filologisk Hjælp ved Udgivelse af Søren Kierkegaards Papirer (ved Arkivassistent P. A. Heiberg og Cand. mag. V. Kuhr) 800 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
30. Fru MARTHA DRACHMANN BENTZON til Udarbejdelse af et Værk om Michel Angelos Forhold til Leo X 500 Kr.
31. Bibliotekar H. EHRENCRON-MÜLLER til fortsat Udarbejdelse af et dansk-norsk Forfatterlexikon for Tiden før 1814 800 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
32. Frøken Cand. mag. THYRA EIBE til en Udgave paa Dansk af Euklids Elementer 500 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 2700 Kr.
33. Samme og Fru Dr. phil. KIRSTINE MEYER til Udgivelse af Ole Rømers „Adversaria“ 1000 Kr.
34. Bestyrer P. ELIASSEN til Fortsættelse og Fuldendelse af

- et historisk-topografisk Arbejde: „Kolding fra Middelalder til Nutid“ 400 Kr.
35. Underbibliotekar BALDER ERICHSEN og Bibliotekar ALFR. KRARUP til Udarbejdelse af en „Dansk historisk Bibliografi“ 1200 Kr. Andet Bidrag af en samlet Bevilling paa 11400 Kr.
  36. Underbibliotekar JOH. EYSER til en Rejse for at studere Konservering af gamle orientalske Haandskrifter 1000 Kr.
  37. Dr. phil. KNUD FABRICIUS til Fortsættelse af hans Arbejde om Enevældens Historie i dens første Tid 800 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
  38. Pastor Dr. phil. H. F. FEILBERG til Anskaffelse af Fortsættelser af folkloristiske Tidsskrifter 200 Kr.
  39. Oberstløjtnant E. FISCHER til fysiske Instrumenter 300 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 1000 Kr.
  40. Adjunkt J. C. FLEDELIUS til fortsat Udarbejdelse af en Oversættelse med Kommentar af „Das Nibelungenlied“ 600 Kr.
  41. Dr. phil. AAGE FRIIS til Studier over dansk-tysk Historie i det 18. og 19. Aarh. 750 Kr.
  42. Litterat F. R. FRIIS til fortsat litterær Virksomhed 400 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1400 Kr.
  43. Professor, Dr. phil. M. CL. GERTZ til fortsatte Studier over middelalderlige latinske Kilder til Danmarks Historie 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
  44. Docent, Dr. phil. VILH. GRØNBECH til fortsatte Studier over germansk Kultur og Religion 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
  45. Samme til Udgivelse af 2. Bind af hans Værk om samme Emne 1500 Kr.
  46. Professor, Dr. phil. ANGUL HAMMERICH til Udgivelse af 7 Musikmonumenter fra Danmarks Middelalder 750 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1500 Kr.
  47. Museumsdirektør E. HANNOVER til Udgivelse af en Afhandling „Klassicismen og Carstens“ 500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1000 Kr.

48. Professor, Dr. med. F. C. C. HANSEN til et Værk om grønlandske Kranier 292 Kr. 70 Ø. Andet Bidrag af en Bevilling paa 12000 Kr.
49. Dr. phil. H. J. HANSEN til fortsat videnskabelig Virksomhed 800 Kr.
50. Hr. OSKAR HANSEN til Fuldendelse af afdøde Docent, Dr. phil. Adolf Hansens Oversættelse af Bjovulf ved Cand. mag. V. Holslein Rathlou 700 Kr.
51. Mag. scient. BIRGER HANSTED til Afslutning af hans Arbejder om Valgproblemet 300 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 600 Kr.
52. Inspektør Cand. polyt. M. C. HARDING til Udgivelse af H. C. Ørsteds Brevvexling med Videnskabsmænd 885 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 3640 Kr.
53. Mag. scient. JUL. HARTMANN til Anskaffelse af Instrumenter 650 Kr.
54. Malerinde, Frøken MARIE HENRIQUES til Udarbejdelse af en Række Akvareller til et Skrift om Akropolis' Historie 400 Kr.
55. Professor, Dr. med. VALD. HENRIQUES til Apparater og Kemikalier 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
56. Cand. pharm. A. HESSELBO til Bearbejdelse af de store Samlinger af Mosser, han har hjembragt fra Island 1909, 600 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1800 Kr.
57. Oberstløjtnant J. C. W. HIRSCH til Erhvervelse for Staten af en Samling biografiske Oplysninger om Officererne i den dansk-norske Hær 1648—1814 3340 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 10000 Kr.
58. Professor, Dr. phil. JOH. HJELMSLEV til fortsatte Studier over Infinitesimalgeometri 1200 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2400 Kr.
59. Mag. scient. J. HOFFMEYER til Trykning af „Blade af Aarhus Bys Historie“ 650 Kr.

60. Professor emer., Dr. phil. EDV. HOLM som aarlig Lønning efter Statuternes § IX c fra 1. Okt. 1909 4000 Kr.
61. Professor Dr. med E. INGERSLEV til Udgivelse af et Værk om Lægen CHR. JOH. Berger 1200 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 2400 Kr.
62. Internationalt Katalog ved en Komité 3050 Kr.
63. Dr. phil. JAKOB JAKOBSEN til Undersøgelse af de sproglige Forhold paa Orkenøerne og i Caithness i Nordskotland 600 Kr.
64. Cand. mag. ADOLF JENSEN til fortsat videnskabelig Virksomhed 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
65. Mag. art. C. A. JENSEN og Museumsdirektør, Dr. phil. M. MACKEPRANG til Gennemgang af Sønderjyllands historiske Mindesmærker 1300 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2600 Kr.
66. Dr. med. VILH. JENSEN til at deltage i et praktisk Kursus i Mikroskopi i Jena 250 Kr.
67. Dr. phil. C. A. E. JESSEN til fortsatte lexikalske Studier 600 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1200 Kr.
68. Pastoremer. MATTHIAS JOCHUMSSON til en Studierejse 1000 Kr.
69. Dr. phil. A. C. JOHANSEN til fortsatte Studier af Molluskfaunaen i Danmark og vore nordlige Landsdele 1000 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
70. Hr. JOH. P. JOHANSEN til Præparationsarbejde og Tegninger 130 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 300 Kr.
71. Professor, Dr. med. W. JOHANSEN til fortsatte Arvelighedsstudier 1000 Kr.
72. Mag. scient. HELGI JÓNSSON til botaniske Undersøgelser paa Island 1000 Kr.
73. Professor, Dr. phil. C. JUEL til videnskabelige Arbejder 1500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 3000 Kr.
74. Professor, Dr. phil. H. F. E. JUNGENSEN til Bearbejdelse af det nu fremskaffede islandske ornitologiske Materiale 2000 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 4000 Kr.
75. Samme for Naturhistorisk Forening til et bibliografisk

- Register over dansk videnskabelig zoologisk Litteratur fra 1876—1906 975 Kr.
76. Dr. phil. CHR. JØRGENSEN til et Værk om de antike Vaser i Antiksamlingen 1200 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 4000 Kr.
  77. Samme til at udgive et Værk af afdøde Professor L. Fenger 1100 Kr.
  78. Frøken Dr. phil. ELLEN JØRGENSEN til en Rejse for at samle Materiale til dansk middelalderlig Kirkehistorie og til Uddannelse i Palæografi 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2500 Kr.
  79. Pastor emer. KALKAR til et Tillæg til hans Ordbog over ældre Dansk 1311 Kr. 79 Ø. Andet Bidrag af en Bevilling paa 3000 Kr.
  80. Dr. phil. K. F. KINCH til en Rejse til Rusland for at studere de nyeste uudgivne sydrussiske Vasefund 500 Kr.
  81. Docent MARTIN KNUDSEN til Instrumenter, Materiel og Assistance ved fortsatte Undersøgelser over Luftarternes Fysik 4000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 8000 Kr.
  82. Rektor M. C. KOEFOED til Udgivelse af bornholmske Sangtexter og Melodier 200 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 600 Kr.
  83. Mag. scient. Direktør R. KOEFOED til experimentelle Undersøgelser over Invertin 1200 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 2400 Kr.
  84. Museumsassistent MARIO KROHN til Udgivelse af en Bog: Italienske Billeder i Danmark 2000 Kr.
  85. Lærer J. P. KRYGER til et Mikroskop fra Zeiss 375 Kr.
  86. Det kgl. danske Landhusholdningsselskab til Udgivelse af det gamle Frederiksborg Stutteris og de danske Kvægavlsforeningers Historie 800 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
  87. Hr. KAY LARSEN til Samlinger af dansk-ostindiske Personalialia og Data 400 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 750 Kr.

88. Mag. scient. H. E. LAU til fortsatte astronomiske Undersøgelser 800 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
89. Arkivsekretær L. LAURSEN til Udgivelse af hans Værk om danske Traktater 1808 Kr. Del af en Bevilling paa 6930 Kr.
90. Professor Dr. phil. A. LEHMANN til Udarbejdelse af en samlet Fremstilling af Psykofysiologiens Historie 1000 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
91. Professor Dr. phil. EDV. LEHMANN til fortsatte religionshistoriske Studier 500 Kr.
92. Museumsinspektør G. M. R. LEVINSEN til et Værk om Bryozoaer 4492 Kr. 50 Ø. Sidste Bidrag af en samlet Bevilling paa 9900 Kr.
93. Samme til Sortering af dansk Kridtbryozoaer 550 Kr.
94. Museumsinspektør H. C. BERING LISBERG til Udarbejdelse og Udgivelse af Rosenborgs Slots Historie 1500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 4500 Kr.
95. Cand. pharm. J. LIND til Udarbejdelse af et Værk om de danske Svampe i E. Rostrups efterladte Herbarium 900 Kr.
96. Dr. phil. J. LINDBÆK til fortsat Forberedelse af et Værk om de danske Klostre 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
97. Samme og Bibliotekar A. KRARUP til fortsat Udgivelse af „Acta Pontificum Danica“ 1672 Kr. 80 Ø. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 2880 Kr.
98. De Samme til Trykning af det nævnte Værk 2880 Kr.
99. Cand. mag. VILH. LORENZEN til Undersøgelse og Studier af dansk Klosterarkitektur 800 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
100. Museumsinspektør, Cand. jur. E. F. S. LUND til Udgivelse af „Danske malede Portræter“ 2000 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 2500 Kr.
101. Samme til samme Formaal og specielt til Fuldendelse af

- Portræterne paa Valdemars Slot og i Rosenborg Miniatur-samling 1800 Kr.
102. Mag. scient. W. LUNDBECK til fortsat Udgivelse af „Diptera Danica“ 1393 Kr. 42 Ø. Del af en samlet Bevilling paa 4241 Kr.
  103. Dr. med. V. MAAR til en Udgave af Stenos samlede naturvidenskabelige Værker 1000 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 8300 Kr.
  104. Samme til Udgivelse af det formentlig eneste Exemplar af Jacob Winsløvs Selvbiografi 2500 Kr.
  105. Statsgeolog, Dr. phil. V. MADSEN til Deltagelse i den internationale geologiske Kongres i Stockholm 1910 og de dermed forbundne Ekursioner 800 Kr.
  106. Dr. med. AAGE A. MEISLING til fortsatte Undersøgelser om Lysets kemiske Virkninger 500 Kr.
  107. Mag. art. BOGI Th. MELSTED til en Studierejse i Island 500 Kr.
  108. Samme til fortsatte historiske Studier og til Udarbejdelse af en Islands Historie paa dansk 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
  109. Skibsfører EINAR MIKKELSEN til en Grønlandsrejse for om muligt at finde Mylius Erichsens og Høegh-Hagens Dagbøger 2000 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 5000 Kr.
  110. Statsgeolog V. MILTHERS til Undersøgelse af norske Stenarter som Fjæld og som løse Blokke i Kvartærlagene 800 Kr.
  111. Dr. phil. TH. MORTENSEN til fortsat videnskabeligt Arbejde 1000 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
  112. Samme til en engelsk Udgave af Lynges Arbejde om Muslinger fra Siamexpeditionen, samt til et Binokulær-mikroskop 1600 Kr.
  113. Museumsdirektør, Dr. phil. SOPHUS MÜLLER og Museumsinspektør CARL NEERGAARD til en videnskabelig Fremstilling af Slesvigs Forhistorie 3333 Kr. 33 Ø. Første Bidrag af en Bevilling paa 10000 Kr.

114. Cand. med. HOLGER MØLLGAARD til Anskaffelse af et Mikroskop 1200 Kr.
115. Sekretær C. NICOLAISEN til Udgivelse af en Amagers Historie 800 Kr.
116. Mag. art. HARALD NIELSEN som Fortsættelse af en tidligere Understøttelse til et Arbejde om J. L. Heibergs Kritik 600 Kr.
117. Professor, Dr. phil. N. NIELSEN til fortsatte matematiske Studier 1500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 3000 Kr.
118. Astronom VICTOR NIELSEN til en fotografisk Kikkert af stor Brændvidde 2000 Kr.
119. Assistent ved Universitetsobservatoriet, Dr. phil. N. E. NØRLUND til Assistance ved Reduktion af astronomiske Observationer 800 Kr.
120. Docent, Dr. phil. A. OLRİK m. fl. til Afstøbning i Kobber af fonografisk optegnede Folkevisemelodier 500 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 1000 Kr.
121. Samme til en planmæssig Undersøgelse af dansk Folketro og Folkeskik, særlig saadan, som er knyttet til Kilder, Stene og Træer 500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1000 Kr.
122. Professor O. OLUFSEN til Bearbejdelse af Resultaterne af hans Pamirexpedition 700 Kr. Del af en Bevilling paa 12500 Kr.
123. Professor, Dr. phil. J. PALUDAN til Udgivelse af en Samling æstetiske og litteraturhistoriske Afhandlinger 800 Kr.
124. Mag. scient. OVE PAULSEN til et Mikroskop fra Zeiss 500 Kr.
125. Cand. mag., Kommunelærer R. H. PEDERSEN til Bearbejdelse af psykofysisk Materiale 500 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 1000 Kr.
126. Professor, Dr. phil. J. C. PETERSEN til fortsatte Forsøg over organiske Syrers Elektrolyse 800 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.

127. Professor, Dr. phil. O. G. PETERSEN til Rejser i Indlandet i dendrologisk og forstbotanisk Øjemed 600 Kr.
128. Fhv. Apoteker P. H. J. PETERSEN til Undersøgelse af Soyagjæringen 500 Kr.
129. Dr. phil. HELGI PJETURSS til Fortsættelse og foreløbig Afslutning af hans geologiske Undersøgelser paa Island 1500 Kr.
130. Dr. phil. FR. POULSEN til et Arbejde om Forholdet mellem arkaisk- græsk og orientalsk Kunst, særlig for Plastikens Vedkommende, 2500 Kr., deri indbefattet 500 Kr. til Clichéer og 800 Kr. til en Rejse paa 3—4 Maaneder. Første Bidrag af en Bevilling paa 3700 Kr.
131. Dr. med. VALD. POULSEN til Reproduktion af 12 patologisk-anatomiske Akvareller 1000 Kr.
132. Distriktslæge S. K. A. RAMBUSCH til fortsatte Studier af Arvelighedsforhold og specielt af Øjensygdommes Arvelighed 500 Kr.
133. Hr. KNUD RASMUSSEN til Udarbejdelse af et Arbejde om „Eskimoisk Fantasi“ 800 Kr.
134. Samme for med Hjælp af Komponist Léden at faa samlet fonografisk Materiale fra Nordgrønland, lade samme bearbejde og tage Kobberafstøbninger af Fonogrammerne i alt 1541 Kr.
135. Docent, Mag. scient. C. RAUNKJÆR til en plante-geografisk Rejse til Middelhavslandene 1500 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 2500 Kr.
136. Museumsinspektør J. P. J. RAVN til Deltagelse i den internationale Geologkongres i Stockholm 1910 og de dertil knyttede Ekursioner 1000 Kr.
137. Rhodosexpeditionen. Til Bearbejdelse af dens Resultater 10333 Kr. 79 Ø. Del af en større Bevilling.
138. Kaptain K. C. ROCKSTROH til en Fremstilling af den dansk-norske Hærs Udvikling i det 17. og 18. Aarhundrede 1874 Kr. 50 Ø.

139. Samme til Fortsættelse af dette Værk 800 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2400 Kr.
140. Mag. scient. J. ROSENKJÆR til at uddrage de for Kemiens Historie vigtige Meddelelser, som findes i Ole Borchs Dagbøger for 1660—1666, 600 Kr.
141. Figurmaler EIGIL ROTHE til en Rejse i kunsthistorisk Øjemed 200 Kr.
142. Professor, Dr. phil. F. RØNNING til Udgivelse af 3. Bd's. 1. Del af hans Værk om N. F. S. Grundtvig 400 Kr.
143. Professor Dr. phil. K. RØRDAM til Undersøgelse af dansk Jordbund m. H. t. metalliske Bestanddele 750 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 1500 Kr.
144. Dr. phil. K. SANDFELD-JENSEN til sprogvidenskabelige Studier 1000 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
145. Dr. phil. JOHS. SCHMIDT til Sortering af Materialet fra hans Vintertogt med „Thor“ til Middelhavet og til Udgivelse af det hydrografiske Afsnit deraf 1800 Kr.
146. Samme til et hydrografisk-biologisk Sommertogt til Middelhavet paa 3 Maaneder 14000 Kr.
147. Kontorchef J. SCHOVELIN til Studier over Modens Indflydelse paa Erhvervslivet i Nutiden og i det 14. Aarhundrede 500 Kr.
148. Cand. jur. G. SKJERNE som Tillæg til forrige Aars Bevilling til en dansk Udgave af Plutarks Dialog om Musiken 1000 Kr.
149. Cand. mag. JES SKOVGAARD som Fornyelse af det ham ifjor bevilgede Stipendium 2500 Kr.
150. Frøken Cand. mag. JOHANNE SKOVGAARD til en Studierejse til Italien 1000 Kr. Første Bidrag af et Stipendium paa 2500 Kr.
151. Arkitekt, Cand. phil. C. M. SMIDT til Studier af dansk Bygningskunst i den yngre Middelalder 500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1000 Kr.

152. Docent, Mag. scient. R. H. STAMM til et Fotografiapparat 500 Kr.
153. Dr. phil. WILLIAM SØRENSEN til fortsat videnskabelig Virksomhed 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
154. Cand. mag. W. THALBITZER til fortsat Arbejde om Østgrønlandernes (Ammasalikernes) Sprog og Kulturforhold 479 Kr. 92 Ø. Del af en samlet Bevilling paa 6512 Kr.
155. Arkivar THISET til Udgivelse af Dr. Henry Petersens Samling af danske Kongesegl 1000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 7000 Kr.
156. Professor, Dr. phil. TH. THORODDSEN til fortsat videnskabelig Virksomhed 2000 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 4000 Kr.
157. Mag. art. P. K. THORSEN til sproghistoriske Undersøgelser 800 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.
158. Pastor B. THORSTEINSSON til Udgivelse af islandske Folkevisemelodier 2075 Kr.
159. Mag. art. O. THYREGOD til Afslutning af hans Bog om Digteren Chr. Bredahl 500 Kr.
160. Læge HOLGER TRAUTNER til Anskaffelse af et Mikroskop, Laboriemateriel m. m. 800 Kr.
161. Mag. scient. V. TRIER og Professor, Dr. phil. C. JUEL til Udgivelse af et Generalregister for „Nyt Tidsskrift for Matematik“ 1000 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 2000 Kr.
162. Udvalget for Folkemaal til Undersøgelse af danske Folkemaal 750 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 3000 Kr.
163. Udvalget for Naturfredning som Tillæg til Bevillingen ifjor 300 Kr.
164. Dr. phil. MARTIN VAHL til Undersøgelse af Livsformerne i de danske Plantesamfund 800 Kr. Sidste Bidrag af en Bevilling paa 1600 Kr.

165. Mag. art. V. WANSCHER til kunsthistoriske Studier 500 Kr.
166. Docent, Dr. phil. VALD. VEDEL til fortsatte Studier om Middelalderens og Renæssancens Kultur og Aandsliv 1300 Kr.
167. Professor H. WEITEMEYER og Mag. art. H. V. CLAUSEN til Udgivelse af et topografisk Værk om Sønderjylland 6000 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 30000 Kr.
168. Dr. phil. C. WESENBORG-LUND til fortsatte videnskabelige Arbejder 1500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 3000 Kr.
169. Dr. polit. K. A. WIETH-KNUDSEN til antropologiske Studier 2000 Kr. Andet Bidrag af en Bevilling paa 4000 Kr.
170. Professor, Dr. phil. CL. WILKENS til Udgivelse af et Skrift om „Livets Grundværdier“ 800 Kr.
171. Cand. mag. KURT WULFF til fortsatte sprogvidenskabelige Studier i Udlandet 1200 Kr.
172. Professor emer., Dr. phil. H. G. ZEUTHEN som Lønning efter Statuternes § IX c fra 1. Febr. 1910 2666 Kr. 67 Ø.
173. Cand. polyt. E. ØSTRUP til Udgivelse af et Værk om danske Diatomeer 1500 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 2500 Kr.
174. Samme til fortsatte Studier over Diatomeer 600 Kr. Første Bidrag af en Bevilling paa 1200 Kr.
175. Til Udgivelse af Resultaterne af Kaptain G. C. Amdrups Expedition til Østgrønland. 1) Ved Cand. mag. W. THALBITZER 5848 Kr. 98 Ø. 2) Ved Viceadmiral C. F. WANDEL 3000 Kr.

### III.

Overensstemmende med, hvad der er fastsat ved Første Tillæg til Statutterne for Carlsbergfondet § XIX, lader Direktionen fremdeles medfølge den Beretning, den har modtaget fra Bestyrelsen for det nationalhistoriske Museum paa Frederiks-

borg, og som er Gjenpart af den Beretning, det paahviler denne Bestyrelse aarlig at afgive til Hs. Maj. Kongen om Museets Fremgang.

Allerunderdanigst Indberetning  
fra Bestyrelsen for det nationalhistoriske Museum  
paa Frederiksborg Slot.

I det forløbne Aar fra 1. Oktober 1909 til 30. September 1910 har Museet erhvervet:

Ved Kjøb:

1. Portræt af Kong Christian IV. Malet af Peter Isaksz. Overdraget til Frederiksborg-Museet af Kaiser-Friedrich-Museet i Berlin i Bytte for to gammeltyske Malerier indkjøbte hos Hof-Antikvar Böhler i München.
2. Portræt af Kong Frederik VI. Miniatur.
3. Portræt af Frederik Vilhelm Carl Ludvig, Prins af Hessen. Philipsthal-Barchfeld.
4. Portræt af Bertel Thorvaldsen.
5. Portræt af Genremaler Ernst Meyer. Malet af V. N. Marstrand.
6. Portræt af Komponisten Niels Christian Theobald Ravnkilde. Malet af Frøken S. Ribbing.
7. Portræt af Genre- og Portrætmaler Johan Frederik Nicolai Vermehren. Malet af Constantin Hansen.
8. Portræt af Generalløjtnant Christian Ulrik Sundt. Malet af P. Sevel.
9. Portræt af Marinemaler Carl Frederik Sørensen. Kul-tegning af P. S. Krøyer.
10. Portræt af Stabshornist Møller. Malet af J. Kornerup.
11. Portræt af Billedhugger Frederik Gottlieb Hertzog. Tegning af J. Roed.
12. Portræt af kongelig Skuespiller Michael Rosing Wiehe. Tegning af F. Vermehren.

13. Portræt af Dyr- og Landskabsmaler Johan Thomas Lundbye. Tegning af P. C. Skovgaard.
14. Portræt af Kommandør Valdemar Hjartvar Købke, Overlods for Jylland og Fyen. Tegning af C. Købke.
15. Nordmuren om Visby. Malet af Alfred Larsen.
16. Interiør fra Clausholm. Malet af Ad. Heinrich Hansen.
17. Ved Christiansø. Malet af V. Fauerholdt.
18. Reservesoldatens Afsked fra sin Familie. Malet af F. Vermehren.
19. Fregatten „Najaden“, Briggen „Sarpen“ og et maltesisk Skib i Træfning med sex Korsarer ved Tripolis d. 15. Maj 1797. Akvarel.
20. En engelsk Kutterbrig i Bataille med danske Kanonbaade i 1810 udfør Frederiksværn. Koloreret Tegning.
21. Frederiksborg Slot. Maleri.
22. Kjøbenhavns Bombardement 1807. Gouache.
23. Den sidste Gang til Dybbøl Skanser, Søndag Aften d. 17. April 1864. Malet af S. Simonsen.
- 24.—25. Caspar Markdanner til Rønningesøgaard, Lensmand paa Koldinghus, og hans Hustru Sophie Oldeland. Afstøbninger efter Portalfigurer paa Rønningesøgaard.
26. Portrætbuste i Bronze af Digteren Poul Martin Møller. Udført efter Dødsmaske af L. Hasselriis.
27. Portrætbuste i Gibs af Feltpræst Johannes Carl Emil Clausen. Modelleret af J. Mølgaard.
28. Portrætbuste i Gibs af Professor, Dr. phil. Emil Christian Hansen, Forstander for Carlsbergfondets fysiologiske Laboratorium. Modelleret af P. Bentzen-Pedersen.

Som Gaver:

1. Portræt af Edward VII, Konge af Storbritannien og Irland, Kejser af Indien. Malet af L. Tuxen.

Ligesom det tidligere i Museet indlemmede Portræt af

Hendes Majestæt Dronning Alexandra er ogsaa dette Maleri en Gave til Museet fra Kong Edward og Dronning Alexandra.

2. Portræt af Viceadmiral Ole Andreas Kierulff. Malet af C. V. Eckersberg. Testamenteret af Frøken A. Kierulff.
3. Portræt af Konferensraad, Borgmester i Kjøbenhavn Daniel Gottwald Reimer Bentley. Tegning af V. Gertner. Testamenteret af Frøken Bentley.
4. Portræt af Adrian Rabeholm, Søn af Kommerceraad Rabeholm. Miniatur. Gave fra Frøken J. W. Lyngbye.
5. Portræt af Greve Sophus Knuth. Testamenteret af fhv. Gesandt Greve J. Knuth.
6. General Stenbock overgiver sin Kaarde til Kong Frederik IV efter Tønningens Overgivelse 1713. Malet af C. A. Lorentzen. Gave fra Generalinde Schlegel, f. Lyngbye.
7. Griffenfelds Kapel i Vær Kirke ved Horsens. Malet af Thilemann Petersen. Gave fra Kunstneren.
8. Riddersalen paa Frederiksborg. Malet af Heinrich Hansen. Testamenteret af Enkefru K. H. S. Westrup.
9. Portrætbuste i Gibs af Professor Johannes Thor Sundby. Modelleret af Baron H. B. Dahlerup. Gave fra Frøken Lili Hørring.
10. Sølvpokal, skænket Oberst F. Weyhe af Soldater af 1. Regiment 1864 i Anledning af 25 Aarsdagen for Træfningen ved Sankelmark. Gave fra Fuldmægtig Weyhe.
11. Sabel, som har tilhørt General Wilster. Gave fra Generalmajor Zahlmann.
12. Epauletter, Sporer m. m., som have tilhørt General Schleppegrell. Gave fra Fru H. Schleppegrell, Enke efter Generalens Søn, Premierløjtnant Schleppegrell.
13. Damask Serviet med Christian IV's og Dronning Anna Cathrines Navnetræk, det danske Vaaben og Aarstal 1604. Gave fra Frøken Frohne.

14. Uhr i høj Mahognikasse med barokke Bronzeornamenter. Testamenteret af Enkefru K. H. S. Westrup.
15. Skab fra 1644. Nørrejylland Arbejde; rigt udskaaret. Testamenteret af Enkefru B. V. Lind, Enke efter Boghandler Th. Lind.
16. Kommode, indlagt, med Overskab. Testamenteret af Enkefru B. V. Lind.
17. Kakkellovnskærm af Mahogni. Testamenteret af Enkefru B. V. Lind.

Museet har i det forløbne Aar erhvervet forskellige Møbler, Renæssance- og Rococostole, en Kiste fra Begyndelsen af det 17. Aarhundrede, Uhre, Daaser, gammelt dansk Porcellæn og Fajance, Sølv- og Messingsager m. m., samt Modeller af Hammershus Ruiner og Østerlars Kirke.

Paa Murmester Frohnes Auktion i Februar Maaned har Museet kjøbt en betydelig Samling gamle Fajancer og dansk Porcellæn, foruden en Del Sølv- og Messingsager, Gobelins m. m.

Ligesom i forrige Aar har Museet erhvervet flere gamle, italienske Billedrammer ved velvillig Bistand af Generaldirektør Bode i Berlin, hvem Museet ogsaa skylder Tak for Erhvervelsen af ovennævnte Portræt af Christian IV.

Vævningen af Gobelins Tapeter til Riddersalen er stadig fortsat og ligeledes Istandsættelsen af Kløkkespillet i Kirkefløjens Taarn.

Opmaalinger til et Værk om Slottets Bygningshistorie ere foretagne og Tegninger udførte.

I Aarets Løb har Museet været besøgt af 60,202 Personer.

Kjøbenhavn i Januar 1911.

F. BROCKENHUUS-SCHACK. VILH. THOMSEN. M. MACKEPFRANG.

OTTO BACHE.

EDV. HOLM.

## IV.

Oversigt over Indtægt, Udgift og Status  
for Afdelingerne A, B og C.

## Indtægt.

## Afdeling A (Laboratoriet).

Kassebeholdning 1. Oktober 1909 . . . . .	7759	Kr.	63	Ø.
Andel i Fondets Overskud 1908—1909 . . . . .	65324	-	26	-
Statutmæssigt Tilskud fra Fondet . . . . .	35000	-	"	-
Rente af 447200 Kr. Børseffekter . . . . .	18965	-	"	-
Rente af et Prioritetslaan paa 80000 Kr. . . . .	3600	-	"	-
Af Laan til Aftapningsanstalten til Rest $\frac{1}{10}$ 09: Kr. 38579,67: Rente = Kr. 1528,62, Afdrag = Kr. 1471,38 . . . . .	3000	-	"	-
Udtrukne Børseffekter . . . . .	6200	-	"	-
Andel i Renteindtægt af Afdelingernes Kasse- beholdning . . . . .	38	-	44	-
Afgift for Telefonstativ . . . . .	30	-	"	-
Salg af „Meddelelser“ i 1909—10 . . . . .	284	-	61	-
Samlet Indtægt . . . . .	140201	Kr.	94	Ø.
Samlet Udgift . . . . .	132657	-	33	-

Kassebeholdning 30. September 1910 . . . . . 7544 Kr. 61 Ø.

## Afdeling B.

Kassebeholdning 1. Oktober 1909 . . . . .	73402	Kr.	"	Ø.
Andel i Fondets Overskud 1908—1909 . . . . .	195972	-	79	-
Statutmæssigt Tilskud fra Fondet . . . . .	40000	-	"	-
Rente af 553700 Kr. Børseffekter . . . . .	22705	-	"	-
Udtrukne Børseffekter . . . . .	5000	-	"	-
Andel i Renteindtægt af Afdelingernes Kasse- beholdning . . . . .	115	-	36	-
Carlsbergfondets Reservefonds Renter i 1908—09, der ifølge Direktionens Beslutning er tillagte Afdeling B. . . . .	38842	-	25	-
Samlet Indtægt . . . . .	376037	Kr.	48	Ø.
Samlet Udgift . . . . .	336468	-	78	-

Kassebeholdning 30. September 1910 . . . . . 39568 Kr. 62 Ø.

## Afdeling C.

Kassebeholdning 1. Oktober 1909.....	43084	Kr. 08 Ø.
Andel i Fondets Overskud for 1908—1909 ...	65324	- 26 -
Statutmæssigt Tilskud fra Fondet.....	35000	- „ -
Rente af 249100 Kr. Børseffekter.....	10462	- „ -
Rente af Kassebeholdningen.....	198	- 10 -
Indtægt af Forevisningen.....	18873	- 70 -
Aarskort.....	38	- „ -
Salg af Kataloger.....	1600	- „ -
Garderobekonens Husleje.....	60	- „ -
Samlet Indtægt..	174640	Kr. 14 Ø.
Samlet Udgift...	162772	- 36 -
Kassebeholdning 30. September 1910...	11867	Kr. 78 Ø.

## Udgift.

## Afdeling A.

Laboratoriets Driftsudgifter (se S. 2).....	65519	Kr. 68 Ø.
Indkjøbt Børseffekter i Stedet for de udtrukne..	6207	- 77 -
Indkjøbt 63200 Kr. Østift.-Kreditfor. Obl. à 4 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	59940	- 93 -
Vedrørende Afdeling A.s Pensionsfond.....	988	- 95 -
Samlet Udgift...	132657	Kr. 33 Ø.

## Afdeling B.

Understøttelser til videnskabelige Arbejder.....	230859	Kr. 69 Ø.
Tilskud til Videnskabernes Selskab.....	10000	- „ -
Indkjøbt Børseffekter i Stedet for udtrukne....	4954	- 69 -
Indkjøbt 95300 Kr. jyske Landejend.-Krf.Obl. à 4 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	89972	- 17 -
Forskjellige Udgifter.....	682	- 23 -
Samlet Udgift...	336468	Kr. 78 Ø.

## Afdeling C.

Bestyrelsen og Funktionærene.....	10700	Kr. „ Ø.
Opsyn, Husleje og Pensioner.....	11120	- „ -
Chr. IV.s Blok, Administration, Assurance m. m.	4821	- 03 -
Vedligeholdelse, Renholdelse, Katalog, Klokkespil, m. m. ....	13076	- 95 -
Gobelinsvirksomheden.....	32088	- 73 -
Museets Forøgelse.....	27567	- 41 -
Udgivelse af et Værk om Frederiksborg.....	5512	- 44 -
Dr. Mollerups Kassemangel.....	57885	- 80 -
Samlet Udgift...	162772	Kr. 36 Ø.

## Status.

## Afdeling A ejede

$\frac{1}{10}$  09: 588750 Kr. 57 Øre       $\frac{1}{10}$  10: 651755 Kr. 06 Øre

## Afdeling B ejede

$\frac{1}{10}$  09: 627102 Kr. 57 Øre       $\frac{1}{10}$  10: 688568 Kr. 62 Øre

## Afdeling C ejede

$\frac{1}{10}$  09: 292184 Kr. 08 Øre       $\frac{1}{10}$  10: 260967 Kr. 78 Øre

## V.

For Ny Carlsberg Fondets Midler er der i 1909-1910 indkjøbt og til Ny Carlsberg Glyptotek skjænket følgende Kunstværker:

## A. Moderne Kunst.

## Grupper:

Dubois, E.: Den fortabte Søn, Marmor.

Rodin, A.: Pygmalion og Galathea, Marmor.

Marqueste, L. H.: Nessos og Deianira, Bronze.

## Statuer:

Dalou, J.: Arbejder, Bronze.

Bartholomé, A.: Ved Søens Bred, Kalksten.

Beguine, M.: Fløjtespillersken, Marmor.

Lequesne, E. L.: Dansende Faun, Bronze.

Walker: Tornen, Bronze.

## Statuetter:

Barye, A. L.: General Bonaparte, Bronze.

Samme: Kæmpende Løver, Bronze.

## Relief:

Ubekjendt Kunstner: Maries Himmelkroning, Egetræ.

## Medailler og Plaquettes:

Vernon, F. de: Den første Altergang, Sølv.

Niclausse, P.: Gammel Bondemand, Bronze.

Yencesse, O.: Undervisning, do.

David, P. J.: Marchal Jourdan, do.

Samme: Merlin de Thionville,       Bronze.  
 Samme: Hipolyte Poterlet,       do.  
 Pingret, J. A.: Dr. Dablin,       do.  
 Roty, L. O.: Madame Louis Dubois, do.

#### Maleri:

Abildgaard, N. A.: Sokrates, Olie paa Lærred.

#### Akvarel:

Hansen, J. T.: A. J. Carstens' Grav i Rom.

#### Forskjellige Kunstgjenstande:

Japansk Kunst, Vaskebjørn, Statuette, Bronze.

—       Elefant       do.       do.

—       Elefant       do.       do.

—       Elefant Unge do.       do.

Ubekendt Kunstner: Peter og Johannes, Glasmaleri.

do.       Engel       do.

Reliquarium, 17. Aarhundrede, forgyldt Sølv.

### B. Antik Kunst.

#### a. Græsk og romersk Kunst.

##### Statuer:

Græsk Løve. IV. Aarh. f. C.

Statuette af en nøgen Yngling. Græsk-arkaisk, Bronze.

Herakles med Kerberos (Uhyret selv mangler), Romersk, Marmor.

Torso af en Isispræstinde, Romersk, Marmor.

##### Hoveder:

Fløjtespillende Satyr, græsk-romersk, Hoved, Marmor.

Hellenistisk Hersker, Hoved, Marmor.

Platon. Romersk Kopi efter Original fra IV. Aarh. f. C.,  
 Marmor.

Hoved af en Bonde eller Fisker, Hellenistisk, Marmor.

Herakleshoved, Romersk, Marmor.

Apollonherme,       do.       do.

Athenehoved, Romersk Marmor.  
 Priapushoved, do. do.  
 Løvehoved, do. Terrakotta.  
 Romer fra Republikens Tid, Travertin.  
 Romer fra III. Aarh. e. C.  
 Kvindehoved, Akroterie, Italisk arkaiserende, Terrakotta.

Relieffer:

Græsk Gravstele med Fronton. Siddende Mand og staaende Kvinde, Indskrift. IV. Aarh. f. C., Marmor.  
 Kvindehoved, Fragment fra et Gravrelief. IV. Aarh. f. C., Marmor.  
 Græsk Gravmæle med Fronton. Siddende Kvinde, staaende Mand, Terne med Smykkeskrin, Indskrifter. IV. Aarh. f. C. Marmor.  
 Fragment af et Gravrelief med en Jæger, karakteriseret ved Kape og Lagobolon. IV. Aarh. f. C., Marmor.  
 Hoved med Vinger i Haaret (Vindgud) fra et Relief. Arkaiserende Haarbehandling. Romersk, Marmor.

Sarkofager:

Sarkofag fra III. Aarh. e. C. med Indskrift, Genier med Overflødighedshorn, forenede ved Frugtguirlander, over disse Masker, forneden Harer og Høns, ædende Druer. Marmor.

Diverse:

Hvælvingsrør, Terrakotta.  
 Lille Flaske, do.  
 To Oliemalerier af to af Korerne paa Akropolis (Nr. 675 og 682), udførte af Maleren Niels Skovgaard.

*b. Etrurisk Kunst.*

Hoved:

Skjægget Mandshoved, Terrakotta.

Sarkofager:

Sarkofaglaag med liggende Kvindefigur, Terrakotta.  
 do. do. do. do.

## Relieffer:

Frise med Søhyrer, Terrakotta.

## Kar og lignende:

Krater a colonette med Protomer af Kvindefigurer, Bucchero nero.

Hank af en Bronzecista: Peleus i Kamp med Atalante.

Thymiaterion med Masker, Terrakotta.

Thymiaterion med Duer, do.

## Kopier efter Vægmalerier:

Tomba delle Bighe, de fire indvendige Sider, Farveskitse.

do. do. Loft og Gulv, do.

Tomba Francesca Giustiniani, do.

Tomba del Tifone, Figurer fra Pillen, do.

do. do. , de fire Sider indvendigt, do.

do. do. , Loftet, do.

*c. Ægyptisk Kunst.*

## Statuer:

En Konge, fra Meroë (c. 500—200 f. C.), Sandsten.

## Statuetter:

Bes, fra Medum, XXII Dyn., Emaill. Ler.

En Kynoskefalos, fra Medum, XXII Dyn., Emaill. Ler.

## Hoveder:

Monumentalt Hoved, Træ.

## Mumiekister:

Mumiekiste, XXI Dyn., Malet Træ.

## Offerborde:

Offerbord med Indskrift, fra Meroë (c. 500—200 f. C.), Sandsten.

do. do. do. do. do.

## Vægge:

Del af en Gravvæg, fra Medum, III Dyn., Relief, Kalksten.

do do do. do. , Indlagte Farver, do.

Brudstykke af en Væg med Amenophis III's Cartouche, Kongen ses bringende Offer til Gudinden Sekhmet, XVIII Dyn., Sandsten.

Sex Brudstykker af Vægge (Relief med Farver), XVIII—XIX Dyn., Kalksten.

Arkitraver:

Stykke af en Arkitrav med Cartouche (Amenophis IV), XVIII Dyn., Kalksten.

Kapitæler:

Brudstykke af et Kapitæl, XX Dyn., Granit.

Søjler:

Del af en Søjle, Ramses II's Cartouche, XIX Dyn., Granit.

Cartoucher:

Cartouche med Khū-n-atens Navn, XVIII Dyn., Sandsten.

Steler:

Stele fra Ptolemæertiden, XXXIII Dyn., Kalksten.

Indskrifter:

Brudstykke med Indskrift, fra Meroë (c. 500—200 f. C.), Sandsten.

Freskomalerier:

Brudstykke af en Leopard, XVIII Dyn.

Del af en Væg, XVIII Dyn.

Del af en Væg, XVIII Dyn.

do. do. do.

(Alle anbragte paa en med Kalk overtrukken Nildyndmasse.)

Smykker:

Perlesnor af hvide, grønne og røde Perler, fra Meroë, (c. 500—200 f. C.), Email. Ler.

Bohave:

6 Flasker, fra Meroë (c. 500—200 f. C.), Brændt Ler.

2 Bægere, do. do. do.

15 Skaale, do. do. do.

3 Vaser, fra Memfis, I—IV Dyn., Alabast.

2 Skaale, do. do. , do.

1 Skaal, do. do. , Diorit.

Forskjelligt:

Skaar af Ler, overtrukne med Glasur, fra Memfis, Romertiden.

Mønter fra Memfis, Ptolemæer-Romertid (XXXIII-XXXIV Dyn.),  
Bronze.

Pilespidser, Lervaser og Rester af saadanne, fra Memfis (1.  
Aarh. e. C.).

*d. Assyrisk Kunst.*

Bevinget Mand, Relief, Alabast.

*e. Østasiatisk Kunst.*

Guden Susanōō frelser Inada Hima af Dragens Svælg, Gruppe,  
Træ.

Amida, Statue, Træ.

Dharma, Statuette, Træ.

Amida, do. do.

Bodhisatva do. do.

Portræt af en Hofmand, Statuette, Træ.

Fukurokuju, do. do.

## VI.

Ifølge den af Ny Carlsbergfondets Direktion for nævnte  
Fond indsendte Regnskabsoversigt for 1909—10 andrager dets  
Indtægt, Udgift og Status følgende Beløb.

### Indtægt.

Indtægt fra Bryggeriet Ny Carlsberg . . . . .	100000	Kr.	„	Ø.
Tilskud fra Brygger, Dr. phil. Carl Jacobsen . .	137717	-	81	-
Rentegodtgørelse fra Carlsbergfondet . . . . .	2882	-	33	-
Rente af Folio i Privatbanken . . . . .	1985	-	81	-
	Samlet Indtægt . .	242585	Kr.	95 Ø.
	Samlet Udgift . .	237020	-	80 -
Merindtægt 1. Oktober 1909 . . . . .	5565	Kr.	15	Ø.

### Udgift.

Til Ny Carlsberg Glyptoteks Vinterhave . . . . .	4000	Kr.	„	Ø.
Kunstneriske Formaal . . . . .	197957	-	95	-
Afdrag paa Gæld til C. Jacobsens Børn . . . . .	30000	-	„	-
Administration . . . . .	1000	-	„	-
Merudgift 1. Okt. 1909 . . . . .	4062	-	85	-
	Samlet Udgift i 1909—10 . . . . .	237020	Kr.	80 Ø.

Der paahviler Ny Carlsbergfondet følgende Gæld:

1. Den Brygger, Dr. phil. Carl Jacobsen tilkomende Andel i hans og hans Børns Fordring paa Fondet, oprindeligt 905331 Kr. 44 Øre, nedbragt til 585331 Kr. 44 Øre, hvilken Andel dog af Fordringshaveren er overdraget til Ny Carlsbergfondet . . . . . 365832 Kr. 15 Ø.
2. Til Brygger, Dr. phil. Carl Jacobsens Børn som disses Andel i ovennævnte Fordring, stor 585331 Kr. 44 Øre . . . . . 219499 - 29 -
3. Til Helge Jacobsen og Vagn Jacobsen . . . . . 919318 - " -

## VII.

Til Slutning skal Direktionen endnu give en Oversigt over Fondets Formuestilling, saaledes som den ifølge det af Kvæsturen aflagte Regnskab har udviklet sig fra 1. Oktober 1909 til 30. September 1910.

### Balance den 30. September 1909.

#### Aktiver:

Carlsberg Bryggerierne:		Kr.	Ø.
Gamle Carlsberg . . . . .	Kr. 6,053128.	38	
Ny Carlsberg . . . . .	- 4,337647.	09	
Carlsberg Aftapningsanstalt . .	- 2,091957.	64	
Beholdninger . . . . .	- 2,475545.	"	
Kassebeholdning . . . . .	- 208261.	91	
Udestaaende Fordringer . . . . .	- 738380.	06	
		15,904920.	08
Ejendommen Matr. Nr. 223 i Vestervoldkvarter		838791.	07
Fondets Obligationsformue:			
a. Børseffekter . . . . .	Kr. 2,997900.	"	
b. Prioritetsobligationer . .	- 1,161792.	28	
		4,159692.	28
Afdelingerne:			
a. Laboratoriebygningen . .	Kr. 531096.	54	
b. Værdipapirer m. m. . . .	- 1,508036.	65	
		2,039133.	19
Ny Carlsbergfondet . . . . .		1,234288.	47
Reservefondets Effekter . . . . .		1,000163.	75
At overføre . . . . .	Kr. 25,176988.	84	

	Kr.	Ø.
Overført	Kr. 25,176988.	84
Pensionsfondets Effekter	601328.	70
Ny Carlsberg Garantifonds Effekter	1,104192.	33
Reserve- og Fornyelsesfondets Effekter	760035.	34
Amortisationsfondets Effekter	436295.	61
Tilgodehavende i Anledning af Ny Carlsbergs Overdragelse	852674.	55
Fondets Kassebeholdning	937633.	12
	<u>29,869148.</u>	<u>49</u>

## Passiver:

## Carlsberg Bryggerierne:

	Kr.	Ø
Gamle Carlsberg:		
Prioritetsgjæld til Rest	Kr. 200000.	„
Pensionskasserne	- 581722.	41
Gjældsbrevskonto	- 86446.	44
Prioritetskonto	- 146517.	91
Ny Carlsberg:		
Pensionskasserne	- 302497.	45
Prioritetskonto	- 4385.	39
Legater	- 205000.	„
Reservef. f. Kautionsforpligtelser	- 50000.	„
Reservefond for Driftskapital	- 191081.	02
Anden Gjæld	- 632568.	61
	2,400219.	23
Fondets staaende Konto i Ny Carlsberg	5,046694.	61
Afdelingerne	2,475754.	50
Ny Carlsbergfondet	1,470558.	03
Reservefondet	1,039006.	„
Ny Carlsberg Garantifond	840804.	06
Reserve- og Fornyelsesfondet	2,841053.	75
4½ % Laan af 1901	2,000000.	„
Kapitalkonto	11,755058.	31
	<u>29,869148.</u>	<u>49</u>

Balance den 30. September 1910.

## Aktiver:

## Carlsberg Bryggerierne:

Gamle Carlsberg	Kr. 6,048981.	96
Ny Carlsberg	- 4,337647.	09
At overføre	Kr. 10,386629.	05

	Kr.	Ø.
At overføre . . .	Kr. 10,386629.	05
Carlsberg Aftapningsanstalt -	2,091957.	64
Ejendommen Matr. Nr. 1440		
Udenbys Vester Kvarter. -	185107.	72
Beholdninger . . . . . -	2,280786.	54
Kassebeholdning . . . . . -	603831.	51
Udestaaende Fordringer . . . -	694212.	66
	<u>16,242525.</u>	12
Reserve- og Fornyelsesfondets Effekter . . . . .	793029.	24
Pensionsfondets Effekter . . . . .	626287.	62
Afdelingerne:		
a. Laboratoriebygningen Kr.	531096.	54
b. Værdipapirer m. m. . -	1,601291.	46
	<u>2,132388.</u>	„
Ny Carlsbergfondet . . . . .	1,470558.	03
Garantifondets Effekter . . . . .	509886.	85
Laan-Amortisationsfondet . . . . .	2.000465.	56
Reservefondets Effekter . . . . .	1,000000.	„
Ejendommen Matr. Nr. 223 i Vestervold Kvarter . .	838791.	07
Fondets Obligationsformue:		
a. Børseffekter . . . . . Kr.	3,007900.	„
b. Prioritetsobligationer. -	1,151425.	35
	<u>4,159325.</u>	35
Fondets Kassebeholdning . . . . .	1,186900.	82
	<u>30,960157.</u>	66

## Passiver:

## Carlsberg Bryggerierne:

	Kr.	Ø.
Gamle Carlsberg:		
Prioritetsgjæld til Rest . . . . . Kr.	100000.	„
Pensionskasserne . . . . . -	570287.	27
Gjældsbreviskonto . . . . . -	83272.	87
Prioritetskonto . . . . . -	222296.	63
Ny Carlsberg:		
Pensionskasserne . . . . . -	299952.	83
Prioritetskonto . . . . . -	4174.	49
Legater . . . . . -	205000.	„
Reservef. f. Kautionsforpligtels. -	50000.	„
— - Driftskapital . . . . . -	191291.	92
Bryggeriernes anden Gjæld . . -	749626.	32
	<u>2,475902.</u>	33
At overføre . . .	Kr. 2,475902.	33

	Kr.	Ø.
At overføre... Kr.	2,475902.	33
Fondets staaende Konto i Ny Carlsberg.....	5,046694.	61
Reserve- og Fornylesesfondet .....	2,955638.	98
Afdelingerne .....	2,591185.	13
Ny Carlsbergfondet .....	1,938358.	44
Udbetaling i Henh. til Gavebrev af <sup>20</sup> / <sub>1</sub> 1902.....	37084.	18
Garantifondet .....	771188.	35
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>0</sup> / <sub>0</sub> Laan af 1901.....	2,000000.	„
Reservefondet.....	1,042098.	40
Kursdifference-Konto.....	400000.	„
Kapitalkonto .....	11,702007.	24
	<u>30,960157.</u>	<u>66</u>

Carlsbergfondets Grundfond udgjorde den 30. September 1910 6,002212 Kr. 02 Øre.

I Direktionen for Carlsbergfondet, 3. Marts 1911.

C. CHRISTIANSEN. KR. ERSLEV. S. M. JØRGENSEN.  
VILH. THOMSEN. EUG. WARMING.

Efter enstemmig Indstilling af *Carlsbergfondets Direktion* vedtog Selskabet, at § XL i Femte Tillæg til Statuter for Carlsbergfondet bortfalder.

I Henhold til Indstilling fra Carlsbergfondets Direktion genvalgte Direktør, Dr. phil. C. JACOBSEN og Bryggeridirektør KOEFOED til *Tilforordnede til Carlsberglaboratoriets Bestyrelse* for Tiden fra 25. September 1911 til 25. September 1916.

Der foretoges Afstemning over de i forrige Møde indbragte Forslag om Optagelse af nye Medlemmer. Valgte blev:

I den *historisk-filosofiske Klasse* som udenlandsk Medlem Professor i semitisk Filologi ved Universitetet i Budapest, Dr. IGNACZ GOLDZIHNER.

I den *naturvidenskabelig-mathematiske Klasse* som udenlandske Medlemmer: Professor i biologisk Kemi ved Sorbonne og Direktør for det biologiske Laboratorium ved Institut Pasteur i Paris GABRIEL BERTRAND; Professor i organisk Kemi ved Sorbonne i Paris ALBIN HALLER; Professor i fysisk Kemi og Direktør for det fysisk-kemiske Institut ved Universitetet i Berlin, Dr. WALTER NERNST; og fh. Professor i Mineralogi og Geologi ved Universitetet i Heidelberg, Dr. H. ROSENBUSCH.

Det besluttedes at optage i Oversigten en Afhandling af Dr. phil. MARTIN VAHL: *Geografiske Zoner og Biochorer.*

Carlsberglaboratoriet havde tilsendt Selskabet sine „Meddelelser“ Bd. IX Hæfte 2.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 433—497; deriblandt private Gaver fra d'Hrr. LIEBLEIN og JOHS. PETERSEN.

## 8. Mødet den 21<sup>de</sup> April.

(Tilstede var 40 Medlemmer, nemlig THOMSEN, *Præsident*, Jørgensen, Christiansen, Krabbe, Wimmer, Warming, Joh. Steenstrup, Gertz, Heiberg, Kroman, P. E. Müller, Gram, Valentiner, Erslev, Fridericia, O. Christensen, Salomonsen, Pechüle, Jónsson, Johannsen, Jespersen, Juel, Kålund, Troels-Lund, Levinsen, Rubin, K. J. V. Steenstrup, Hude, A. Christensen, Henriques, Ussing, H. Pedersen, Lange, S. P. L. Sørensen, J. L. W. V. Jensen, Andersen, Thoroddsen, Madsen, *Sekretæren*, Rosenvinge.)

Professor, Dr. V. HENRIQUES forelagde et af Chr. Bohrs Elever og Venner udgivet Mindeskraft og knyttede hertil nogle Bemærkninger om Bohrs videnskabelige Arbejde, som vil blive trykte i Oversigten.

Derefter gav Professor, Dr. VILH. THOMSEN en Meddelelse

om Dr. M. A. Steins Ekspedition til kinesisk Turkestan og hans Haandskriftsfund.

Fra Selskabets Klasser var kommen Meddelelse om, at *Klasseformændene*, Professor, Dr. L. F. A. WIMMER for den historisk-filosofiske og Professor, Dr. S. M. JØRGENSEN for den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse, var blevne genvalgte for de kommende 3 Aar.

Professor, Dr. J. L. HEIBERG forelagde Beretningen om de *forenede Akademiens Generalforsamling* i Rom i Juni 1910.

Selskabet vedtog, at Forfattere af Afhandlinger i Selskabets Oversigt og Skrifter kan, naar de inden Rentrykningens Begyndelse fremsætter Ønske derom for Redaktøren, — foruden de ved Vedtægterne tilsikrede 50 Særtryk — yderligere faa indtil 50 Særtryk paa Selskabets Regning (ialt indtil 100).

Det besluttedes at optage paa Fransk i Oversigten en Afhandling af Docent, Dr. HARALD BOHR: *Bevis for, at Funktionen  $\zeta(5)$  antager numerisk vilkaarlig smaa Værdier allerede for  $\sigma > 1$ .*

De nyvalgte Medlemmer GOLDZIHNER og ROSENBUSCH havde sendt skriftlig Tak for Optagelsen.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 498—545; deriblandt som Gave fra Hr. W. A. TAIT et Værk af Knott om Selskabets udenlandske Medlem P. G. TAITs Liv og videnskabelige Arbejde.

---

## 9. Mødet den 5<sup>te</sup> Maj.

(Tilstede var 28 Medlemmer, nemlig THOMSEN, *Præsident*, Jørgensen, Christiansen, Krabbe, Wimmer, Warming, Joh. Steenstrup, Heiberg, Høffding Kroman, P. E. Müller, Gram, Valentiner, Salomonsen, Pechüle, Jónsson, Johannsen, Juel, Levinsen, K. J. V. Steenstrup, Drachmann, C. O. Jensen, S. P. L. Sørensen, J. L. W. V. Jensen, Knudsen, Thoroddsen, Madsen, *Sekretæren*).

Telefoningeniør J. L. W. V. JENSEN meddelte Undersøgelser om Ligningernes Teori. De vil blive trykte i Skrifterne.

Derefter gav Professor, Dr. EUG. WARMING en Meddelelse om Hippuris's systematiske Stilling, som vil blive trykt i Oversigten.

Det besluttedes at optage i Oversigten en Afhandling af Hr. TORVALD KØHL: *Stjernesked over Danmark og nærmeste Omlande i 1910.*

De nyvalgte Medlemmer BERTRAND, HALLER og NERNST havde sendt Breve med Tak for Optagelsen.

*Redaktøren* fremlagde som nylig udkommet: Skrifter, 7. Række, naturvidenskabelig-mathematisk Afdeling, Bd. VI. Nr. 6, indeholdende JENNY HEMPEL: *Researches into the Effect of Etherization on Plant-Metabolism.*

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 546—625, hvoriblandt private Gaver fra Selskabets Medlemmer HERRIQUES og K. J. V. STEENSTRUP.

## 10. Mødet den 19<sup>de</sup> Maj.

(Tilstede var 19 Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Holm, Johs. Steenstrup, Heiberg, Gram, Salomonsen, H. Møller, Pechüle, Jónsson, Johannsen, Rosenvinge, Jungersen, Levinsen, K. J. V. Steenstrup, Drachmann, Knudsen, Thoroddsen, *Sekretæren*, S. P. L. Sørensen.)

Museumsinspektør G. M. LEVINSEN meddelte Undersøgelser over den uddøde Bryozo-Afdeling Eleidæ. De vil blive offentliggjorte paa Engelsk i Skrifterne.

Derefter meddelte Professor, Dr. J. L. HEIBERG en Bemærkning til en Indskrift paa Zeustemplet i Olympia.

Det besluttedes at optage i Skrifterne en Afhandling af Dr. phil. N. E. NØRLUND: „Ueber lineare Differenzgleichungen“.

Universitetet i Breslau havde sendt Indbydelse til sin Hundredeaarsfest d. 1.—3. August d. A. Selskabet vil blive repræsenteret af Professor, Dr. C. J. SALOMONSEN.

*Redaktøren* fremlagde Oversigt 1911. Nr. 2, udk. <sup>13</sup>/<sub>5</sub>.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 626—656, hvoriblandt en privat Gave fra Hr. LUKASCHEWITSCH.

## 11. Mødet den 20<sup>de</sup> Oktober.

(Tilstede var 27 Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Jørgensen, Christiansen, Krabbe, Warming, Johs. Steenstrup, Gertz, Heiberg, Høffding, P. E. Müller, Gram, O. T. Christensen, Prytz, Salomonsen, Pechüle, Jónsson, Jespersen, Juel, Buhl, Rosenvinge, A. Christensen, Lange, S. P. L. Sørensen, Knudsen, Thoroddsen, Madsen, *Sekretæren*.)

*Præsidenten* udtalte Mindeord over Selskabets indenlandske Medlem Professor, Dr. N. V. USSING, der var afgaaet ved Døden den 23. Juli; han var bleven optaget i den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse <sup>3</sup>/<sub>4</sub> 1903.

Endvidere mindedes Præsidenten den nylig afdøde Fru LAURA JACOBSEN, f. Holst, Enke efter Carlsbergfondets Stifter.

Docent MARTIN KNUDSEN gav to Meddelelser, nemlig 1. om Brintens Molekularstrømning gennem Rør og Varmetraadsmanometret — og 2. om undersøiske Tidevandsbølger. De vil blive trykte i Oversigten.

Med Kassekommissionens Billigelse havde *Præsidenten* be- myndiget Docent, Dr. L. KOLDERUP ROSENINGE til at varetage Kassererforretningerne under Kassereren Professor, Dr. W. JOHANNSEN's Fraværelse paa en Rejse, der vil vare til ind paa Foraaret 1912. — Kassererens Træffetid er fremtidig Torsdag Kl. 3—4.

I Sommerens Løb var der fra Dr. A. A. BJØRNBO og Dr. R. BESTHORN indsendt Manuskript til en Førsteudgave af Alkwarizmis astronomiske Tavleværk i Athelhart af Baths latinske Oversættelse med Begæring om Optagelse i Selskabets Skrifter. I Anledning af Fundet af et hidtil ukendt Haandskrift af dette Værk ønskede dog de Hrr. i en senere Skrivelse Udgivelsen udsat for endnu at kunne konferere med dette Haandskrift. Paa Grund af Dr. Bjørnbos Død maa imidlertid Udgivelsen i Øjeblikket opgives, men efter Meddelelse fra Dr. Besthorn vil Udgivernes foreløbige Manuskript blive deponeret i det kongelige Bibliotek, hvor det vil kunne benyttes af Forskere i Ind- og Udland.

Det besluttedes at optage i Oversigten paa Fransk en Afhandling af Professor, Dr. E. STRÖMGREN og J. FISCHER-PETERSEN: Om Bevægelsen af Jupitergruppens Planet 624 (= 1907  $\times$  M).

Samtidig tillod Selskabet, at Københavns Observatorium af ovennævnte Afhandling, saa vel som af andre paa Observatoriet udførte Arbejder, der fremtidig maatte blive trykte i Selskabets Publikationer, maa tage Særtryk og paa Omslaget

betegne dem som „Publikationer og mindre Meddelelser fra Københavns Observatorium“, paa de Betingelser, som Selskabet har opstillet for slige Tilfælde i sit Møde d. 29. November 1901. (Se Oversigt 1901 S. 〈98〉.)

Fra det *Kejserslige Akademi i St. Petersborg* var kommen Meddelelse om dets Overtagelse af Præsidiet for *den internationale Association af Akademier*. Til Medlemmer af Associationens staaende Udvalg genvalgte Professor, Dr. H. G. ZEUTHEN og Professor, Dr. J. L. HEIBERG.

Selskabet var bleven repræsenteret af Professor, Dr. JOHS. STEENSTRUP ved Normandiets 1000 Aars-Fest i *Rouen*, af Professor, Dr. C. J. SALOMONSEN ved Universitetsfesten i *Breslau*, af *Præsidenten* ved Universitetsfesten i *Kristiania* og af Professor, Dr. O. Jespersen ved Universitetsfesten i *St. Andrews*. Til alle disse Steder var der sendt Adresser, til *Breslau* tillige et Portræt af STEFFENS, taget efter et Maleri af Lorentzen, fra den Tid, da han holdt sine bekendte Forelæsninger ved Københavns Universitet.

*Sekretæren* meddelte, at der i Overensstemmelse med Selskabets Beslutning af 13. Maj 1910 var indgaaet Bytteforbindelse med:

*La Société archéologique de Touraine* i *Tours* — og  
*La Société Impériale des Naturalistes* i *St. Petersborg*.

*Redaktøren* fremlagde som udkommet i Løbet af Sommeren:

*Oversigt* 1911. Nr. 3 (udk. <sup>30/5</sup>) og Nr. 4 (udk. <sup>20/6</sup>) — og  
*Skifter*, 7. Række, historisk-filosofisk Afdeling, Bd. II. Nr. 2,  
AXEL NIELSEN: *Den tyske Kameralvidenskabs Opstaaen i det 17. Aarhundrede* — og  
7. Række, naturvidenskabelig-mathematisk Afdeling,  
Bd. VI. Nr. 7, JOHS. HJEMLSLEV: *Om Regning med lineære Transformationer*.

Bd. VI. Nr. 8, N. E. NØRLUND: *Ueber lineare Differenzgleichungen.*

*Carlsberg-Laboratoriet* havde tilsendt Selskabet 50 Eksemplarer af sine „Meddelelser“ X. 1.

*Carlsbergfondets Direktion* havde til Selskabets Medlemmer omsendt *Festskriftet i Anledning af Hundreduarsdagen for J. C. Jacobsens Fødsel.* — Paa denne Dag var en Krans fra Selskabet nedlagt ved J. C. Jacobsens Statue, og en Lykønskning overbragtes hans Søn ved Selskabets Præsident.

I Ferien var afgivet direkte til Bibliotekerne Boglistens Nr. 657—1191, og i Mødet var fremlagt Nr. 1192—1270. Paa disse Lister fandtes bl. a. Sendinger fra Selskabets to ovennævnte nye Bytteforbindelser, og som Gave fra Selskabets Medlem Professor, Dr. DINES ANDERSEN Hæfte VI af Selskabets afdøde Medlem S. SØRENSEN's Index to the Names of Mahabharata. Desuden et Skrift af Selskabets afdøde Medlem WILLIAM JAMES, skænket af hans Efterladte, og andre private Gaver fra Selskabets Medlemmer BÄCKLUND, HEIBERG, ÓLSEN og VINOGRADOFF samt fra de Hrr. CORNETZ, HAUGG, LANGHOFF, LUNA, MESLIN, Hertugen af ORLÉANS, JOHS. PETERSEN og SEE.

## 12. Mødet den 3<sup>dje</sup> November.

(Tilstede var 22 Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Holm, Jørgensen, Krabbe, Wimmer, Gertz, Høffding, P. E. Müller, Gram, O. T. Christensen, Pechüle, Jónsson, Nyrop, Kålund, K. J. V. Steenstrup, Drachmann, A. Christensen, S. P. L. Sørensen, Thoroddsen, HEIBERG, *fung. Sekretær*, Juel, Andersen.)

Professor, Dr. KR. NYROP gav en Meddelelse om nogle Betydningsovergange i Fransk. Den vil blive trykt paa Fransk i Oversigten.

Efter Forslag af Professor, Dr. VILH. THOMSEN og Raadsformand Dr. J. P. GRAM vedtoges det i Oversigten paa Dansk og Fransk at trykke to Breve fra Selskabets afdøde Medlem K. VERNER, i hvilke han gør Rede for de Forsøg paa at optegne Sproglyds Svingsningskurver, hvorom han gav Meddelelse i Selskabets Møde 22. April 1892. Paa disse Breve, der velvillig er stillede til Selskabets Raadighed af Professor PIPPING i Helsingfors, og paa deres ogsaa i matematisk Henseende interessante Indhold havde Professor LINDELÖF fra Helsingfors henledet Opmærksomheden paa den nylig afholdte skandinaviske Matematikerkongres.

Endvidere vedtoges det at optage i Oversigten en Afhandling af Dr. phil. CHR. WINTER: *En elektrisk Lys-Akkumulator*, og en Afhandling af Dyr læge M. CHRISTIANSEN: *Mutationsagtige Ændringer i Gæringsevnen hos Paracoli- og Kødforgiftningsbakterier*.

Efter Begæring af Hr. Dr. med. A. A. MEISLING aftrykkes her nedenstaaende Notits, som har været deponeret i Selskabet siden den 17. September 1910<sup>1)</sup>.

### **Undersøgelser af Kolloidernes Lysfølsomhed under forskellige Forsøgsbetingelser.**

Ved Undersøgelser af uorganiske Forbindelsers Evne til at øge Gelatinens Lysfølsomhed, foretagne i September 1910, har undertegnede fundet følgende:

Vandige Opløsninger af Ammoniak, 1—500, 1—1000, 1—2000; Hjortetakssalt, 1—1000; tvekulsurt Natron, 1—500, 1—1000, 1—2000 og tvekulsurt Kali, 1—1000, øge Gelatinens Lysfølsomhed i høj Grad.

Salpetersur Kali giver under samme Forsøgsbetingelser kun ganske svag Lysfølsomhed.

<sup>1)</sup> Forsøgsresultaterne er senere offentliggjorte i udarbejdet Form i „Biologiske Arbejder tilegnede Eug. Warming d. 3. November 1911“ S. 145 (Aage A. Meisling: Lyssensibilisering med uorganiske Baser og kulsure Alkalier).

Saavidt det fremgaar af mine foreløbige Undersøgelser er Ammoniakforbindelserne kraftigere sensibiliserende end de tvekulsure Salte.

Fremgangsmaaden har været følgende:

Gelatinepapir og Pigmentgelatinepapir lægges 5—10 Minutter i ovennævnte Opløsninger, eksponeres umiddelbart efter i fugtig Tilstand i diffust Dagslys. Med ufarvet Gelatinepapir Virkning efter c. 15 Minuters Forløb.

De foretagne Undersøgelser viste følgende:

1. Gelatinepapir lagt i distilleret Vand i 5 Minutter er mere lysfølsomt end tørt Gelatinepapir, hvis Lysfølsomhed, som det fremgaar af mine tidligere Undersøgelser, først kan paavises efter et Par Timers kraftigt Dagslys. I Mod-sætning hertil er vandholdige Gelatinepapirer, hærdede efter Lyseksposition i c. 30 Minutter.
2. Gelatinepapir, sensibiliseret med de forannævnte vandige Saltopløsninger, giver, efter c. 15 Minutters Belysning i kraftigt Dagslys, tydelig Hærdning.
3. Med Pigmentgelatinepapir, hvis Lysfølsomhed i usensibiliseret vandholdig Tilstand er saa godt som 0, kan man bekvemt vise Forøgelsen af Lysfølsomheden med de forannævnte Salte.

Kontrolundersøgelser med vandholdigt Pigmentgelatinepapir har stadig givet negative Resultater.

De vedlagte Prøver viser Resultater af de foretagne Forsøg.

København, den 17/9 1910.

*Aage A. Meisling.*

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 1271—1370; deriblandt et Skrift af Selskabets afdøde Medlem JAMES, skænket af hans Efterladte, og en anden privat Gave fra Selskabets Medlem Jónsson.

---

### 13. Mødet den 17<sup>de</sup> November.

(Tilstede var 29 Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Holm, Jørgensen, Krabbe, Wimmer, Warming, Johs. Steenstrup, Gertz, Heiberg, Høffding, Gram, Valentiner, Erslev, Fridericia, O. T. Christensen, O. G. Petersen, Salomonsen, Pechüle, Jespersen, Juel, Kålund, Rosenvinge, Raunkiær, K. J. V. Steenstrup, A. Christensen, C. O. Jensen, Andersen, Knudsen, *Sekretæren*.)

Professor, Dr. O. JESPERSEN gav en Meddelelse om Ental og Flertal (Grammatik og Logik).

Derefter forelagde Docent, Dr. L. KOLDERUP ROSENINGE paa Udgivernes Vegne „Biologiske Arbejder, tilegnede Eug. Warming“.

Det vedtoges at optage i Oversigten en Afhandling af Professor, Dr. JULIUS PETERSEN: *Elektrolyse af organiske Syrers Alkalisalte. V.*

*Sekretæren* meddelte, at der i rette Tid var indkommen en Besvarelse af den matematiske Prisopgave for 1910 med Motto „Ne vile velis“.

*Department of Agriculture i Washington* havde sendt Meddelelse om, at det fremtidig vil sende sine Publikationer direkte til Landbohøjskolen, som hidtil har faaet dem gennem Selskabet.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 1371—1461, hvoriblandt private Gaver fra de Hrr. HAUGG, PALLADINO og RICART.

### 14. Mødet den 1<sup>ste</sup> December.

(Tilstede var 33 Medlemmer, nemlig: JØRGENSEN, *fung. Vicepræsident*, Christiansen, Krabbe, Wimmer, Goos, Johs. Steenstrup, Heiberg, Høffding, Kroman, Gram, Valentiner, O. Christensen, Prytz, Salomonsen, W. Sørensen, Pechüle, Jónsson, Jespersen, Juel, Rosenvinge, Troels-Lund, Jungersen, Levinsen, Lehmann, K. J. V. Steenstrup, Drachmann, A. Christensen, C. O. Jensen, Andersen, Knudsen, Thoroddsen, *Sekretæren*, P. E. Müller.)

Privatlærer, Dr. W. SØRENSEN gav en Meddelelse om nogle Punkter af Solifugernes Bygning. Den vil blive trykt i Oversigten.

Derefter gav Observator C. F. PECHÜLE en Meddelelse om Beregning af fotografisk iagttagne Meteorers Baner, som ligeledes vil blive offentliggjort i Oversigten.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 1464—1544.

### 15. Mødet den 15<sup>de</sup> December.

(Tilstede var 27 Medlemmer, nemlig: THOMSEN, *Præsident*, Jørgensen, Krabbe, Wimmer, Warming, Johs. Steenstrup, Gertz, Heiberg, Høffding, P. E. Müller, Gram, Fridericia, O. T. Christensen, Petersen, Salomonsen, Pechüle, Jónsson, Kålund, Rosenvinge, Troels-Lund, Jungersen, Lehmann, Rubin, C. O. Jensen, J. L. W. V. Jensen, Knudsen, *Sekretæren*.)

*Sekretæren* meddelte, at Selskabet den 10. December havde mistet sit ældste udenlandske Medlem Sir JOSEPH DALTON HOOKER, fh. Direktør for den botaniske Have i Kew; han var  $\frac{22}{4}$  1870 bleven optaget i den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse.

*Kassekommissionen* forelagde Forslag til Budget for Aaret 1912. Efter særlig Afstemning over Bevillingerne under § 2 aβ til Udgivelse i Selskabets Skrifter af Dr. phil. N. E. NØRLUNDS Afhandling: *Stjernerne Egenbevægelse* og Dr. phil. C. H. OSTENFELDS Afhandling: *Danske Farvandes Plankton* III. 1. vedtoges Budgettet i sin Helhed i den S. (85)—(87) aftrykte Skikkelse.

## Budget for Aaret 1912.

<b>Indtægt.</b>	Kr.	Ø.	Kr.	Ø.
1. <i>Beholdning:</i>				
a. Kassebeholdning .....				
b. Guldmedailler .....				
c. Sølvmedailler .....				
2. <i>Renteindtægt:</i>				
a. 125700 Kr. Husejer Kreditk. Oblig. à 3½ pCt.	4399	50		
94200 - Østifternes Krdf. Oblig. à 3½ -	3297	"		
83000 - do. do. à 4 -	3320	"		
43000 - Jydske Land.Krdf.Oblig.à 3½ -	1505	"		
13000 - Fynske Kreditf. Oblig. à 3½ -	455	"		
b. 8000 - Prioritets Obligationer à 4 -	320	"		
c. 600 - Nationalbankaktier, Udbytte ...	40	"		
d. Rente af Indlaan i Bankerne .....	250	"	13586	50
3. <i>Statstilskud</i> .....			"	"
4. <i>Bidrag i Følge fundatsmæssig Bestemmelse:</i>				
a. Til Præmier:				
fra det Classenske Fideikommis .....	400	"		
Etatsraad Schou og Hustrus Legat .....	100	"		
b. Til videnskabelige Formaals Fremme: det Hjelmstjerne-Rosencroneske Bidrag for Aaret 1911 .....	2550	"		
c. Fra Carlsbergfondet .....	10000	"		
d. Fra J. P. Suhr & Søns Legat til Erindring om Prof., Dr. med. & phil. Julius Thomsen: Rente 3½ pCt. af 120200 Kr. Østift. Krdf. Oblig. ...	4207	"	17257	"
5. <i>For Salg af Selskabets Skrifter</i> .....			500	"
6. <i>Tilfældige Indtægter</i> .....			"	"
7. <i>Tilskud af Beholdningen af Hjelmstjerne-     Rosencroneske Bidrag</i> .....			"	"
<b>Samlet Indtægt</b> ...			31343	50

Ved Beslutning af 24. April 1874 vedtoges det at betragte 280000 Kr. som et Fond, der ikke maa formindskes, medens Resten er til Raadighed til videnskabelige Foretagender. Selskabets Kapitalformue maa derfor ikke formindskes under et Beløb, hvis Rente og Udbytte svarer til 4 pCt. aarlig af ovennævnte Sum.

## Budget for Aaret 1912.

Udgift.	Kr.	Ø.	Kr.	Ø.
<b>1. Selskabets Bestyrelse:</b>				
a. Løn til Embedsmænd, Medhjælp til Sekretariatet og Arkivet, samt Budet .....	6350	"		
b. Til Selskabets Møder .....	700	"		
c. Til Rengøring .....	350	"		
d. Kontorudgifter .....	1100	"		
e. Porto .....	1100	"		
f. Brandforsikring .....	145	80	9745	80
<b>2. Selskabets Forlagsskrifter:</b>				
a. Af Selskabets Midler:				
a. Oversigten .....	6000	"		
β. Skrifterne:				
Papir til Skrifterne .....	624	"		
Afhandlinger af Selskabets Medlemmer .	3000	"		
N. E. Nørlund: Stjernerens Egenbevægelse	500	"		
C. H. Ostenfeld: Danske Farvandes Plankton III, 1. ....	2500	"		
γ. Andre Udgifter til Oplaget af Selskabets Forlagsskrifter .....	300	"	12924	"
b. Af det Hjelmsstjerne-Rosencroneske Bidrag:				
<b>3. Til Raadighed for Selskabets Præsident fra J. P. Suhr &amp; Søns Legat .....</b>				
			1500	"
<b>4. Understøttelse til Skrifteres Udgivelse og videnskabelige Arbejder af Medlemmer eller andre:</b>				
a. Af Selskabets Midler:				
b. Af det Hjelmsstjerne-Rosencroneske Bidrag:				
a. Til Registrering af literære Kilder til dansk Historie, som 7de Bidrag af en 10aarig Bevilling .....	1200	"		
β. Til Dansk historisk Forening 3dje Bidrag	400	"	1600	"
<b>5. Den internationale Association af Akademier:</b>				
a. Kontingent .....	150	"		
b. Til løbende Udgifter .....	200	"		
c. Til Udgivelse af Corpus medicorum Græcorum, som Bidrag af en Bevilling paa indtil 10000 Kr. ....	2000	"	2350	"
Overføres ...			28119	80

**Budget for Aaret 1912.**

<b>Udgift.</b>		Kr.	Ø.	Kr.	Ø.
	Overført ...	.....	...	28119	80
<b>6. Pengepræmier og Medailler:</b>					
a. Præmie af Legaterne:					
	fra det Classenske Fideikommis .....	400	"		
	Etatsraad Schou og Hustrus .....	100	"		
b. Af Selskabets Kasse:					
	Renten af det Thottske Legat .....	200	"		
	1 Guldmedaille, 2 Sølvmedailler .....	345	"	1045	"
<b>7. Tilfældige Udgifter:</b>					
a. Istandsættelser og mindre Anskaffelser ..					
	.....	.....	...	200	"
<b>8. Indkøb af Obligationer .....</b>					
<b>9. Beholdning til Raadighed (deraf 950 Kr. af</b>					
det Hjemstjerne-Rosencroneske Bidrag) ....					
	.....	.....	...	1978	70
<b>Samlet Udgift ...</b>				31343	50

Af disse Udgifter er 1 a fast, 1 b—f, 2 a undtagen de sidste Poster af  $\beta$ , 5 b, 6 og 7 b kalkulatoriske. De øvrige Bevillinger kunne ikke overskrides. Med Hensyn til 8 tager Kassekommissionen Beslutning.

**Det Hjemstjerne-Rosencroneske Bidrag.**

	Kr.	Ø.
Beholdning 1. Januar 1912 ca. ....	3300	"
Bidraget for 1911 .....	2550	"
	5850	"
Budgetteret Udgift .....	1600	"
Beholdning ved Aarets Udgang ca. ....	4250	"

Professor, Dr. H. JUNGERSEN gav en af Lysbilleder ledsaget Meddelelse om en Snyltekrebs med en epizoisk Goplepolyp.

Derefter meddelte Professor, Dr. F. JONSSON nogle Bemærkninger om Atlakviða. Denne Meddelelse vil blive trykt i Oversigten.

Det vedtoges, at Boglisten fra 1912 at regne ikke længere skal optages i Oversigten.

*Redaktøren* fremlagde Oversigt 1911. Nr. 5, udk. <sup>9</sup>/<sub>12</sub>.

I Mødet var fremlagt Boglistens Nr. 1545—1621, deriblandt private Gaver fra de Hrr. DA SILVA og JANET og Firmaet B. G. TEUBNER.

---

## TILBAGEBLIK

## PAA SELSKABETS VIRKSOMHED I AARET 1911.

Ved Aarets Begyndelse talte Selskabet 1 Æresmedlem, 67 indenlandske og 105 udenlandske Medlemmer. Af disse døde i Aarets Løb 2 indenlandske Medlemmer, nemlig Professor i Fysiologi ved Universitetet, Dr. med. CHR. BOHR og Professor i Mineralogi ved Universitetet, Dr. phil. N. V. USING, — og 4 udenlandske Medlemmer, nemlig Professor i Kemi ved Universitetet i Berlin, Dr. J. H. VAN'T HOFF; Professor i Botanik ved Universitetet i Lund, Dr. BENGT JÖNSSON; fh. Bestyrer af den botaniske Have i Buitenzorg, Dr. M. TREUB; og fh. Direktør for den botaniske Have i Kew Sir JOSEPH DALTON HOOKER.

I sit Møde den 7de April optog Selskabet i sin *historisk-filosofiske Klasse* et udenlandsk Medlem, nemlig Dr. IGNACZ GOLDZIHNER, Professor i semitisk Filologi, Budapest, — og i sin *naturvidenskabelig-mathematiske Klasse* 4 udenlandske Medlemmer, nemlig GABRIEL BERTRAND, Professor i biologisk Kemi og Direktør for det biologiske Laboratorium ved Institut Pasteur, Paris; ALBIN HALLER, Professor i organisk Kemi, Paris; Dr. WALTER NERNST, Professor i fysisk Kemi og Direktør for det fysisk-kemiske Institut, Berlin; og Dr. H. ROSENBUSCH, fh. Professor i Mineralogi og Geologi, Heidelberg.

Derefter talte Selskabet ved Aarets Udgang 1 Æresmedlem, 65 indenlandske og 106 udenlandske Medlemmer. Af disse hørte 29 indenlandske og 40 udenlandske Medlemmer til den historisk-filosofiske Klasse, 36 indenlandske og 66 udenlandske Medlemmer til den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse.

Til *Klasseformænd* genvalgtes for de kommende 3 Aar Professor, Dr. L. F. A. WIMMER for den historisk-filosofiske og Professor, Dr. S. M. JØRGENSEN for den naturvidenskabelig-mathematiske Klasse.

Til *Kassekommissionens Formand* for det kommende Aar genvalgtes Raadsformand J. P. GRAM.

Til *Revisor* valgtes — i Stedet for Professor, Dr. O. T. CHRISTENSEN, der 1910 var indvalgt i Kassekommissionen —, Docent MARTIN KNUDSEN for Tiden indtil 1914.

Selskabet har holdt 15 Møder, hvori der blev givet 25 videnskabelige Meddelelser af følgende Indhold:

- <sup>13</sup>/<sub>1</sub>. C. JUEL: Rette Linier paa en ikke-analytisk Flade af 3dje Orden.  
 - K. J. V. STEENSTRUP: K. L. GIESECKE.
- <sup>27</sup>/<sub>1</sub>. O. T. CHRISTENSEN: Fosforescerende Zinksulfid (Sidots Blende). (O.)<sup>1</sup>.  
 - MARTIN KNUDSEN: Luftarters Varmeledning og Akkommodationskoefficient. (O.\*).
- <sup>10</sup>/<sub>2</sub>. E. HOLM: Udviklingen af Frederik VI's Kabinetsregering, medens han var Kronprins.
- <sup>24</sup>/<sub>2</sub>. E. HOLM: Fortsættelse af ovennævnte Meddelelse.  
 - F. JÓNSSON: Islandske Gaardnavne. (O.\*).
- <sup>10</sup>/<sub>3</sub>. FR. BUHL: Salomos Oder. (O.).
- <sup>24</sup>/<sub>3</sub>. C. CHRISTIANSEN: Eksperimentalundersøgelser over Gnidningselektricitetens Oprindelse III. (O.\*).  
 - K. J. V. STEENSTRUP: Jernspaten i Kryolithen ved Ivigtut.
- <sup>7</sup>/<sub>4</sub>. N. V. USSING: Granitens Indtrængen i Jordskorpen.
- <sup>21</sup>/<sub>4</sub>. V. HENRIQUES: Forelæggelse af et af Chr. Bohrs Elever og Venner udgivet Mindeskrift og Bemærkninger om Bohrs videnskabelige Arbejde. (O.\*).

<sup>1</sup> Et efter Meddelelsens Indhold tilføjet (Skr.) eller (O.) betegner, at vedkommende Afhandling er bestemt til Optagelse i Selskabets Skrifter eller Oversigt. En \* efter Skr. eller O. angiver, at Afhandlingen er trykt i indeværende Aar.

- <sup>21</sup>/<sub>4</sub>. VILH. THOMSEN: M. A. Steins Ekspedition til kinesisk Turkestan og hans Haandskriftsfund.
- <sup>5</sup>/<sub>5</sub>. J. L. W. V. JENSEN: Undersøgelser over Ligningernes Teori. (Skr.)
- EUG. WARMING: Hippuris's systematiske Stilling. (O.).
- <sup>19</sup>/<sub>0</sub>. G. M. LEVINSEN: Undersøgelser over den uddøde Bryozoa-Afdeling Eleidæ. (Skr.)
- J. L. HEIBERG: En Bemærkning til en Indskrift paa Zeustemplet i Olympia.
- <sup>20</sup>/<sub>10</sub>. MARTIN KNUDSEN: Brintens Molekularstrømning gennem Rør- og Varmetraadsmanometret. (O.\*).
- Samme: Undersøiske Tidevandsbølger.
- <sup>3</sup>/<sub>11</sub>. KR. NYROP: Nogle Betydningsovergange i Fransk. (O.\*).
- <sup>17</sup>/<sub>11</sub>. O. JESPERSEN: Ental og Flertal (Grammatik og Logik).
- <sup>1</sup>/<sub>12</sub>. W. SØRENSEN: Nogle Punkter af Solifugernes Bygning. (O.)
- C. F. PECHÛLE: Beregning af fotografisk iagttagne Meteorers Baner. (O.).
- <sup>15</sup>/<sub>12</sub>. H. JUNGENSEN: En Snyltekrebs med en epizoisk Goplepolyp.
- F. JÓNSSON: Nogle Bemærkninger om Atlakviða. (O.).
- I Mødet d. <sup>10</sup>/<sub>2</sub> udtalte Præsidenten Mindeord over CHR. BOHR (Oversigt S. { 16 }--{ 18 }).

Endvidere har Selskabet antaget til Offentliggørelse 17 af Ikke-Medlemmer forfattede Afhandlinger, nemlig — foruden nedennævnte Arbejder af AXEL NIELSEN, JENNY HEMPEL, J. HJELMSLEV og N. E. NØRLUND — følgende:

- NIELS SKOVGAARD: Le groupe d'Apollon sur le fronton occidental du temple de Zeus à Olympie. (O.\*).
- J. HJELMSLEV: Contribution à la géométrie infinitésimale de la courbe réelle. (O.\*).
- MARTIN VAHL: Les types biologiques dans quelques formations végétales de la Scandinavie. (O.\*).
- MARTIN VAHL: Zones et biochores géographiques. (O.\*).

HARALD BOHR: Sur l'existence des valeurs arbitrairement petites de la fonction  $\zeta(s) = \zeta(\sigma + it)$  de Riemann pour  $\sigma > 1$ . (O.\*).

TORVALD KØHL: Stjerneskuud over Danmark og nærmeste Omlande i 1910. (O.\*).

E. STRÖMGREN og J. FISCHER-PETERSEN: Sur le mouvement de la Planète (624) Hector (= 1907 XM) du groupe Jupitérien. (O.\*).

CHR. WINTHER: En elektrisk Lys-Akkumulator. (O.\*).

M. CHRISTIANSEN: Mutationsagtige Ændringer i Gæringsevnen hos Paracoli- og Kødforgiftningsbakterier. (O.)

A. A. MEISLING: Undersøgelser af Kolloidernes Lysfølsomhed under forskellige Forsøgsbetingelser. (O.\*. S. (81)—(82)).

JULIUS PETERSEN: Analyse af organiske Syrers Alkalisalte V. (O.).

N. E. NØRLUND: Stjerners Egenbevægelse. (Skr.).

C. H. OSTENFELD: Danske Farvandes Plankton III. 1. (Skr.).

Desuden besluttedes det at optage i Oversigten to Breve af Selskabets afdøde Medlem K. VERNER.

Foruden de med (O.\*) betegnede 14 Meddelelser af Medlemmer og Afhandlinger af Forfattere udenfor Selskabet indeholder nærværende Aargang af Oversigten 2 Afhandlinger af JOHS. STEENSTRUP og WILLIAM SØRENSEN, forelagte i 1910, og 2 Afhandlinger af P. BOYSEN JENSEN og TH. SV. THOMSEN, antagne i 1910.

Af sine Skrifter har Selskabet udgivet 2 af den historisk-filosofiske Afdeling, nemlig:

7. Række, Bd. II. No. 1, BJØRN MAGNUSSEN ÓLSEN: Om Gunnlaugs Saga Ormstungu. (Forelagt i 1910.)

— Bd. II. No. 2, AXEL NIELSEN: Den tyske Kameralvidenskabs Opstaaen i det 17. Aarhundrede. (Antaget i 1911.)

- og 5 af den naturvidenskabelig-mathematiske Afdeling, nemlig:
7. Række, Bind VI. No. 6, JENNY HEMPEL: Researches into the Effect of Etherization on Plant-Metabolism. (Antaget i 1911.)
- Bd. VI. No. 7, J. HJELMSLEV: Om Regning med lineære Transformationer. (Antaget i 1911.)
- Bd. VI. No. 8, N. E. NØRLUND: Ueber lineare Differenzgleichungen. (Antaget i 1911.)
- Bd. VIII. Nr. 5, HECTOR F. E. JUNGENSEN: Ichthyotomical Contributions. II. (Forelagt i 1910.)
- Bd. VIII. No. 6, C. JUEL: Om simple cykliske Kurver. (Forelagt i 1910.)

For Besvarelsen af den af Selskabet i 1909 for det Claseske Legat stillede Prisopgave tilkendtes der Privatdocent, Dr. F. LÖHNIS i Leipzig en Belønning paa 400 Kr.

*Kommissionen for Registrering af literære Kilder til dansk Historie i Udlandet* har indsendt Beretning om sin Virksomhed i 1910. (S. { 25 }—{ 27 }).

Til Medlemmer af det staaende Udvalg for *den internationale Association af Akademier* genvalgtes H. G. ZEUTHEN og J. L. HEIBERG. Associationens Præsidium overtoges af Akademiet i St. Petersburg.

*Carlsbergfondets Direktion* har til Selskabet indsendt Beretning om Fondets Virksomhed i Regnskabsaaret 1909—10. Efter Direktionens Indstilling vedtog Selskabet, at § XL i Femte Tillæg til Statuter for Carlsbergfondet bortfalder.

Direktør, Dr. phil. C. JACOBSEN og Bryggeridirektør KOEFOED genvalgtes til *Tilforordnede til Carlsberglaboratoriets Bestyrelse* for 5 Aar at regne fra 25. September 1911.

---



# EXTRAITS DES PROCÈS VERBAUX

## QUESTIONS MISES AU CONCOURS POUR L'ANNÉE 1911.

### SECTION DES LETTRES.

#### SUJET D'HISTOIRE.

(PRIX: MÉDAILLE D'OR DE L'ACADÉMIE.)

Il existe des documents abondants sur les châteaux du moyen âge en Danemark. On a conservé des ruines importantes ou même des édifices entiers, et des recherches approfondies nous ont éclairés sur l'étendue et le caractère d'un grand nombre de châteaux presque disparus aujourd'hui. En ce qui concerne les travaux de fortification, on peut tirer quelques conséquences de ce que nous savons d'autres ouvrages de défense, construits par exemple autour des villes; l'architecture religieuse peut aussi nous aider à comprendre certains détails de l'architecture des résidences féodales. De plus on a publié de nombreux actes du moyen âge qui fournissent des indications sur le mode de construction des châteaux et propriétés seigneuriales et sur les détails de leur emménagement, et de même des comptes des baillis royaux datant d'une période un peu plus récente peuvent préciser de nombreuses particularités des châteaux encore conservés à cette époque. Enfin il y a quelque chose à tirer de la comparaison avec ce qui s'est passé dans d'autres pays.

L'Académie propose donc pour l'obtention de sa médaille d'or le sujet suivant:

*Examiner et exposer le mode de construction des châteaux danois du moyen âge; décrire leur plan, leurs ouvrages de défense, leur architecture et leur emménagement.*

Le délai expire le 31 octobre 1912.

**SECTION DES SCIENCES.****SUJET D'ASTRONOMIE.**

(PRIX : MÉDAILLE D'OR DE L'ACADÉMIE.)

Les *Adversaria* d'Ole Rømer, récemment publiées par l'Académie Danoise, contiennent entre autres choses une série de recherches et de calculs astronomiques. La dénomination de "brouillon" que leur a donnée l'auteur lui-même, indique déjà que ces notes ont été écrites dans des circonstances diverses, à des époques différentes, et surtout pour l'usage personnel, et que par suite elle ne sont pas toujours exemptes de négligences graphiques ou d'autres erreurs accidentelles, non plus que de discordances; aussi d'autres raisons les rendent parfois quelque peu obscures surtout pour des lecteurs modernes. Il serait intéressant de comparer ces notes avec ce que nous savons par ailleurs sur Ole Rømer et plus généralement sur l'astronomie à son époque.

L'Académie propose donc pour l'obtention de sa médaille d'or le sujet suivant:

*Élucider les notes astronomiques contenues dans les Adversaria d'Ole Rømer; les rattacher à ce que l'on sait par ailleurs sur l'œuvre scientifique de Rømer et sur l'état de l'astronomie à son époque.*

Le délai expire le 31 octobre 1912.

**SUJET DE CHIMIE.**

(PRIX : MÉDAILLE D'OR DE L'ACADÉMIE.)

Pour résoudre la question de la constitution rationnelle des substances protéiques, il faut déterminer d'abord la nature et la quantité des produits de scission de ces substances.

Bien que les recherches poursuivies depuis une dizaine d'années par E. Fischer et ses collaborateurs aient fait faire un grand progrès à l'examen qualitatif des produits de scission des substances protéiques, on ne saurait considérer cet aspect de la question comme près d'être élucidé.

En ce qui concerne l'examen quantitatif, l'état de choses est encore moins satisfaisant. A. Kossel et ses élèves ont élaboré des méthodes pour la détermination quantitative des

bases hexoniques, mais nous manquons d'analyses de contrôle suffisantes pour apprécier l'efficacité de ces méthodes. Quant à la plupart des autres produits de décomposition, les méthodes de détermination quantitative font totalement défaut, car la "méthode d'éthérisation" de E. Fischer ne peut guère être regardée comme un procédé quantitatif proprement dit. En tous cas, il n'existe jusqu'à présent qu'une expérience de contrôle, tout récemment publiée par Th.-B. Osborne, ou se trouve examinée l'utilisation de la méthode pour le but dont il s'agit: Osborne retrouve en moyenne 66 % des acides aminés employés pour l'expérience de contrôle.

Il serait évidemment très désirable que l'on pût élaborer des méthodes quantitatives proprement dites; mais, à défaut de celles-ci, il serait très important pour l'étude des protéines d'établir par des expériences de contrôle très précises quelle valeur on doit attribuer aux méthodes actuellement connues et aux résultats obtenus avec leurs secours.

L'Académie propose donc pour l'obtention de sa médaille d'or le sujet suivant:

1°) *Donner une revue d'ensemble des méthodes employées jusqu'ici pour l'analyse qualitative et quantitative des produits de décomposition des substances protéiques.*

2°) *Fournir des contributions nouvelles à l'analyse de ces produits, soit par des méthodes nouvelles ou des modifications de méthodes connues, soit par une appréciation critique expérimentale de l'efficacité de quelques-unes des plus importantes des méthodes connues jusqu'ici.*

Le délai expire le 31 octobre 1913.

### LEGS CLASSEN.

(PRIX: 800 COURONNES.)

La flore intestinale normale chez le bœuf est encore mal connue. Il existe bien des communications dispersées sur la présence de microcoques, de bactéries appartenant au groupe du Bac. coli, et de bacilles à spores; mais il nous manque d'une part une vue d'ensemble sur cette flore, et d'autre part nous ignorons les différences entre les flores dans les différentes parties de l'intestin et l'influence que peuvent exercer

l'âge de l'animal et la nature de son alimentation; enfin nous ne sommes pas assez renseignés sur les divers microbes. Non seulement un examen approfondi de la flore intestinale peut intéresser l'histoire naturelle, mais il contribuerait aussi dans une large mesure à nous faire comprendre les maladies du tube digestif, si fréquentes surtout chez les petits veaux.

L'Académie offre donc un prix de 800 couronnes, prélevé sur le legs Classen, pour une réponse satisfaisante à cette question:

*Étudier la flore bactérienne du canal intestinal normal chez le bœuf, en observant surtout les particularités pendant les premières semaines après la naissance; la morphologie et la biologie des divers types de bactéries devront être examinées avec assez d'ampleur pour qu'une comparaison sérieuse devienne possible avec des types voisins déjà connus.*

Le délai expire le 31 octobre 1913.

---

Les réponses aux questions de concours peuvent être rédigées en danois, en danois-norvégien, en suédois, en anglais, en allemand, en français ou en latin. Les mémoires ne porteront pas le nom de l'auteur, mais une devise, et seront accompagnés d'une enveloppe cachetée portant la même devise et renfermant le nom, la profession et l'adresse du concurrent. Les membres danois de l'Académie ne sont pas admis à concourir. Le prix accordé à une réponse satisfaisante, lorsqu'aucun autre prix n'est spécifié, est la médaille d'or de l'Académie, d'une valeur de 320 couronnes (environ 440 francs).

Avant l'expiration du délai indiqué pour chaque question, les mémoires devront être adressés au secrétaire de l'Académie, M. H.-G. ZEUTHEN, ci-devant professeur à l'Université de Copenhague. Les décisions seront publiées dans le mois de février suivant, après quoi les auteurs pourront retirer leurs mémoires.

## RAPPORTS SUR DEUX MÉMOIRES TRAITANT DES QUESTIONS MISES AU CONCOURS EN 1909

La Section des Sciences nous a chargés de rendre compte du mémoire qui lui est parvenu sur la question d'astronomie proposée en 1909 (voir notre Bulletin de 1909, pag. II—IV). Ce mémoire porte la devise: „Hæc immatura a me frustra leguntur.“

D'après les calculs d'Auguste Svedstrup, la comète 1886 I prouvait par son propre mouvement qu'elle avait une masse, laquelle était en ce cas négative. On proposait d'examiner les conditions dans lesquelles il est possible de déterminer la masse d'une comète, de rechercher si ces conditions se retrouvent pour d'autres comètes que celle de Svedstrup, et de calculer définitivement l'orbite d'au moins une comète de ce genre.

Au lieu de cela, l'auteur du mémoire cherche à démontrer que le parcours observé de la comète de 1886 n'exige l'hypothèse d'aucune masse.

Il commence par apporter à chaque observation deux corrections:

I La première correction provient de nouvelles positions des étoiles de comparaison, tirées en grande partie, et surtout pour les étoiles australes, de catalogues plus récents que ceux dont pouvait disposer Svedstrup à son époque.

II La seconde correction consiste à ramener chaque observateur à ce qu'on pourrait appeler un observateur-type. L'auteur obtient ces réductions en comparant dans le détail les observations des divers astronomes.

Après avoir ainsi corrigé les observations, il les compare avec une éphéméride d'après le système d'éléments B de Svedstrup, qui suppose encore la masse zéro, et il trouve pour chaque observation une divergence O—C (observation—calcul).

Il ramène ces divergences à 10 divergences normales, en déduit les corrections les plus vraisemblables au système d'éléments B, et trouve que les divergences normales qui

restent encore n'exèdent pas les limites que l'on peut fixer à des observations de ce genre. Il en conclut que son système d'éléments corrigé représente le parcours observé de la comète avec une exactitude suffisante, de telle sorte qu'il n'y a aucune raison d'introduire l'hypothèse d'une constante de masse.

Nous ferons à ce raisonnement les objections suivantes :

Les divergences normales auxquelles l'auteur est arrivé d'après son système d'éléments corrigé sont très peu différentes des divergences normales qu'il a trouvées d'après le système d'éléments B de Svedstrup, de sorte que les deux systèmes d'éléments sont très peu différents eux aussi, et la même remarque doit dès lors s'appliquer aux divergences des observations isolées.

Or si l'on compare maintenant les divergences telles que l'auteur les a tirées du système d'éléments B d'après les observations corrigées avec les divergences de Svedstrup, on constate qu'en somme les premières ne sont que légèrement inférieures à celles de Svedstrup. Celui-ci fonda son hypothèse d'une constante de masse sur la marche qui se prononçait dans les divergences après le passage au périhélie, c'est-à-dire pour les mois de mai—juin—juillet, et spécialement pour la dernière partie de cette époque, et cette marche se prononce aussi sans diminution notable dans les divergences de l'auteur du mémoire. Si elle n'apparaît pas aussi nettement dans les divergences normales de l'auteur, c'est que de toutes les divergences de juin et juillet il n'a formé qu'une divergence normale, tandis que de celles du mois de mai il en a formé trois.

Sans se poser la question de savoir si la dite marche pourrait s'expliquer d'une autre façon que par l'hypothèse de Svedstrup, il est sûr en tous cas que l'auteur du mémoire n'a pas réussi à l'éliminer par son procédé.

S'il y avait réussi, nous aurions pu le considérer comme ayant traité la question proposée, bien que son mémoire ne contienne aucune examination des conditions dans lesquelles il est possible de déterminer la masse d'une comète, non plus qu'une application à une autre comète. Car, une fois posé que la comète de 1886 n'avait pas de masse démontrable, il devenait impossible de trouver une autre comète lui ressemblant par l'existence d'une masse.

Mais ne pouvant admettre, pour les raisons qui précèdent, que l'auteur ait mené sa démonstration à bonne fin, nous concluons :

Ce mémoire contient un travail sérieux et étendu qui peut éventuellement servir de base à des recherches ultérieures sur le même sujet. Mais nous ne saurions y voir une réponse à la question posée, et c'est pourquoi nous ne pouvons non plus proposer à l'Académie d'accorder à l'auteur le prix.

Copenhague et Armagh.

C. F. PECHÛLE,  
rapporteur.

J. L. E. DREYER.

L'Académie avait mis au concours en 1909, pour l'obtention du legs Classen, le sujet suivant: „Étudier les transformations que la cyanamide de calcium, employée comme engrais, subit au cours de sa conservation et après son utilisation, c'est-à-dire après son introduction dans le sol.“ Il nous est parvenu, en réponse à cette question, un mémoire portant la devise: „Calciumcyanamid, Kopenhagen 1908—10“ et le titre suivant: „Das Verhalten des zur Düngung benutzten Calciumcyanamids bei der Aufbewahrung und dessen Umsetzung in der Ackererde.“

La Section des Sciences nous a demandé notre avis, que nous formulerons ainsi :

L'auteur du mémoire n'est pas parti, comme on le souhaitait, de recherches nouvelles et personnelles sur le sujet donné; mais tout en se basant sur l'état actuel de nos connaissances, il a cependant fourni une étude méritoire, de nature à éclaircir la question de savoir comment se comporte la cyanamide de calcium pendant sa conservation et comment elle se transforme dans le sol; il a parcouru avec beaucoup de sens critique et de compétence une partie importante de la littérature relative à la question, — en tout 116 travaux, — et il en a tiré ses conclusions. On a l'impression qu'il connaît à fond tout son sujet, et il n'est guère douteux non plus qu'il a examiné expérimentalement quelques-unes des questions traitées, ce qui apparaît du reste très clairement à un certain endroit de son mémoire.

L'auteur a donné à la fin de son travail un aperçu très net des résultats auxquels il arrive après une appréciation critique des recherches antérieures; il explique l'augmentation

de poids qui survient au cours de la conservation de la cyanamide de calcium fabriquée, la diminution parallèle de la teneur totale en azote, la transformation partielle de la cyanamide en urée et en carbonate d'ammonium sous l'action de l'hydroxyde de calcium lors de la mise en magasin; et il explique aussi l'action souvent très différente des engrais cyanamidiques sur les plantes cultivées: les causes doivent en être cherchées dans la toxicité de la cyanamide et de ses combinaisons, dans la sensibilité variable des plantes, dans la dépendance où se trouve la transformation de la cyanamide par rapport aux particularités chimiques, physiques et biologiques du sol, et enfin dans le processus variable de l'assimilation de l'azote chez les diverses plantes cultivées.

L'auteur expose en outre que la transformation de la cyanamide de calcium dans le sol comprend quatre phases principales: formation de cyanamide, formation de l'urée, formation d'ammoniaque et nitrification; il donne un bon exposé des conditions et du processus de chacun de ces phénomènes, et il termine en montrant quelles conséquences on peut tirer de là pour l'utilisation pratique de l'engrais de cyanamide.

Comme l'auteur n'a pas procédé aux expériences nouvelles que réclamait le sujet, nous ne pouvons demander que le legs Classen lui soit attribuée. Mais d'autre part, comme son mémoire, où l'on peut voir une excellente introduction historique et critique à une nouvelle enquête expérimentale, nous donne une contribution très utile et très solide à l'étude de la question en prenant pour point de départ l'état actuel des recherches, et comme l'auteur a certainement procédé à quelques expériences sur le cyanamide de calcium fabriqué pour servir d'engrais, — bien que ces expériences datent peut-être d'une époque antérieure à la donnée du sujet — nous proposons de lui attribuer une somme de 400 couronnes en reconnaissance de l'excellent travail critique auquel il s'est livré.

Copenhague, le 25 janvier 1911.

ODIN T. CHRISTENSEN,  
rapporteur.

A. CHRISTENSEN.

Les conclusions de ces deux rapports ont été approuvées par la Section des Sciences, puis par l'Académie dans sa séance du 24 février.

---

## APERÇU DES TRAVAUX DE L'ACADEMIE PENDANT L'ANNÉE 1911.

Au commencement de l'année 1911, l'Académie comptait, outre 1 membre honoraire, 67 membres danois et 105 membres étrangers. Dans le cours de cette même année, elle a perdu 2 membres danois, savoir le D<sup>r</sup> CHR. BOHR, professeur de physiologie à l'Université, et le D<sup>r</sup> N.-V. USSING, professeur de minéralogie à l'Université; et 4 membres étrangers, savoir J.-H. VAN'T HOFF, Berlin; BENGT JÖNSSON, Lund; M. TREUB, Buitenzorg; SIR JOSEPH DALTON HOOKER, Kew.

Dans sa séance du 7 avril, l'Académie a reçu, dans la section des Lettres, 1 membre étranger, savoir M. IGNACZ GOLDZIHHER, Budepesth; et dans la section des Sciences, 4 membres étrangers, savoir MM. GABRIEL BERTRAND, Paris; ALBIN HALLER, Paris; WALTER NERNST, Berlin; H. ROSENBUSCH, Heidelberg.

A la fin de l'année, l'Académie comptait donc, outre 1 membre honoraire, 65 membres danois et 106 membres étrangers. Sur ces nombres, 29 membres danois et 40 membres étrangers appartenaient à la section des Lettres, tandis que la section des Sciences comprenait 36 Danois et 66 étrangers.

Ont été réélus *présidents de sections* MM. L.-F.-A. WIMMER (section des Lettres) et S.-M. JÖRGENSEN (section des Sciences).

M. J.-P. GRAM a été réélu président de la *Commission des fonds*.

A été élu *réviseur* pour les trois ans à suivre M. MARTIN KNUDSEN — en remplacement de M. O.-T. CHRISTENSEN élu, en 1910, membre de la Commission des fonds.

L'Académie a tenu 15 séances où ont été faites 25 communications scientifiques, savoir:

<sup>13/1</sup>. M. C. JUEL: Sur les droites d'une surface non analytique de 3<sup>e</sup> ordre.

- <sup>13</sup>/<sub>1</sub>. M. K.-J.-V. STEENSTRUP: K.-L. Giesecke.
- <sup>27</sup>/<sub>1</sub>. M. O.-T. CHRISTENSEN: Sur le sulfide de zinc phosphorescent (Sidots Blende). (B.)<sup>1</sup>
- M. MARTIN KNUDSEN: Sur la conductibilité thermique des gaz et leur coefficient d'accommodation. (B.\*).
- <sup>10</sup>/<sub>2</sub>. M. E. HOLM: Sur le développement du gouvernement de cabinet de Frederik VI comme Prince Royal Regent.
- <sup>24</sup>/<sub>2</sub>. M. E. HOLM: Suite de la communication précédente.
- M. F. JÓNSSON: Sur les noms d'habitations islandais. (B.\*).
- <sup>10</sup>/<sub>3</sub>. M. FR. BUHL: Les Odes de Salomon. (B.).
- <sup>24</sup>/<sub>3</sub>. M. C. CHRISTIANSEN: Recherches expérimentales sur l'origine de l'électricité engendrée par frottement III. (B.\*).
- M. K.-J.-V. STEENSTRUP: Sur le fer carbonaté contenu dans la cryolite d'Iviglut.
- <sup>7</sup>/<sub>4</sub>. M. N.-V. ÜSSING: La pénétration du granit dans la croûte terrestre.
- <sup>21</sup>/<sub>4</sub>. M. V. HENRIQUES présente les Travaux publiés en mémoire de Chr. Bohr par ses élèves et amis (Scandinavisches Archiv f. Physiologie, t. XXV, Leipzig 1911) — en y rattachant quelques remarques sur l'œuvre scientifique de Bohr. (B.\*).
- M. VILH. THOMSEN: Sur l'expédition de M. M.-A. Stein au Turkestan chinois et les manuscrits découverts par lui.
- <sup>5</sup>/<sub>5</sub>. M. J.-L.-W.-V. JENSEN: Recherches sur la théorie des équations. (M.).
- M. EUG. WARMING: Sur l'emplacement systématique de l'*Hippuris*. (B.).
- <sup>19</sup>/<sub>6</sub>. M. G.-M. LEVINSÉN: Recherches sur les *Eleidæ*, tribu éteinte des Bryozoaires. (M.).
- M. J.-L. HEIBERG: Remarque relative à une inscription sur le temple de Zeus à Olympie.
- <sup>20</sup>/<sub>10</sub>. M. MARTIN KNUDSEN: Sur le flux des molécules d'hydrogène dans les tubes, et sur le manomètre à fil chaud. (B.\*)
- Marées sous-marines.

<sup>1</sup> L'apposition d'un (M.) ou d'un (B.) après le titre de la communication indique que son auteur l'a destinée à l'insertion dans les *Mémoires* ou au *Bulletin* de l'Académie. Un astérisque (M.\* ou B.\*) désigne que la communication a été imprimée dans l'année courante.

- <sup>3/11</sup>. M. KR. NYROP: Études sur quelques métonymies. (B.\*).  
<sup>17/11</sup>. M. O. JESPERSEN: Singulier et Pluriel (Grammaire et Logique).  
<sup>1/12</sup>. M. W. SÖRENSEN: Remarques relatives à quelques points de la structure des Solifuges. (B.).  
 - M. C.-F. PECHÛLE: Sur le calcul des orbites de météores observés photographiquement. (B.).  
<sup>15/12</sup>. M. H. JUNGENSEN: Remarques sur un Crustacé parasite (*n. g., n. sp.*) portant un Hydroïde épizoaire (*n. g., n. sp.*).  
 - M. F. JÓNSSON: Quelques remarques sur la Chanson d'Atle. (B.).

Dans la séance du 10 février, le Président de l'Académie a prononcé un discours en mémoire de Chr. Bohr (Voir les pages {16}—{18} du présent Bulletin).

L'Académie a admis à la publication les 17 mémoires suivants rédigés par des auteurs étrangers à l'Académie, savoir, outre les ouvrages ci-dessous nommés de MM. AXEL NIELSEN, J. HJELMSLEV et E. NÖRLUND et de M<sup>lle</sup> JENNY HEMPEL,

- NIELS SKOVGAARD: Le groupe d'Apollon sur le fronton occidental du temple de Zeus à Olympie. (B.\*).  
 J. HJELMSLEV: Contribution à la géométrie infinitésimale de la courbe réelle. (B.\*).  
 MARTIN VAHL: Les types biologiques dans quelques formations végétales de la Scandinavie. (B.\*).  
 MARTIN VAHL: Zones et biochores géographiques. (B.\*).  
 HARALD BOHR: Sur l'existence des valeurs arbitrairement petites de la fonction  $\zeta(s) = \zeta(\sigma + it)$  de Riemann pour  $\sigma > 1$ . (B.\*).  
 TORVALD KØHL: *Stjernesked* . . . . . (Sur les étoiles filantes observées en Danemark et pays voisins en 1910). (B.\*).  
 E. STRÖMGREN et J. FISCHER-PETERSEN: Sur le mouvement de la Planète (624) Hector (= 1907 XM) du groupe Jupitérien. (B.\*).  
 CHR. WINTHER: *En elektrisk Lys-Akkumulator* (Un accumulateur pour lumière électrique). (B.\*).  
 M. CHRISTIANSEN: *Mutationsagtige Ændringer* . . . . . (Mutations dans le pouvoir fermentatif des bacilles *paracoli* et parahyphiques). (O.).

- A. A. MEISLING: *Undersøgelser af Kolloidernes* . . . . .  
(Recherches sur la photosensibilité des colloïdes dans  
des conditions de milieu différentes. (B.\*, p. (81)—(82)).
- JULIUS PETERSEN: *Analyse af organiske Syrers Alkalisalte*  
(Analyse des sels alcalins des acides organiques). V. (B.).
- N.-E. NÖRLUND: *Stjerners Egenbevægelse* (Sur le mouve-  
ment propre des astres). (M.).
- C.-H. OSTENFELD; *Danske Farvandes Plankton* (Le plankton  
des parages danois) III. 1. (M.).

En outre il a été décidé de publier au *Bulletin* deux lettres de KARL VERRER, membre décédé de l'Académie.

En dehors des communications faites en 1911 par des membres de l'Académie et les mémoires rédigés par des auteurs étrangers à l'Académie et admis à la publication en 1911, communications et mémoires marqués d'un (B.\*), la présente année du Bulletin contient 2 mémoires rédigés par MM. JOHS. STEENSTRUP et WILLIAM SÖRENSEN (présentés en 1910) et 2 mémoires rédigés par MM. P. BOYSEN JENSEN et TH.-SV. THOMSEN (admis à la publication en 1910).

L'Académie a publié de ses Mémoires, section des Lettres: 7<sup>e</sup> série, tome II, n<sup>o</sup> 1 contenant *Om Gunnlaugs Saga Ormstungu* par BJÖRN MAGNUSSON ÓLSEN; même série tome II n<sup>o</sup> 2 contenant *Den tyske Kameralvidenskabs* . . . . . (Sur l'origine, au XVII<sup>e</sup> siècle, de la science camérale allemande) par AXEL NIELSEN; et, section des Sciences, 7<sup>e</sup> série, tome VI, n<sup>o</sup> 6 contenant *Researches into the Effect of Etherization on Plant-Metabolism* par JENNY HEMPEL; même série, tome VI, n<sup>o</sup> 7 contenant *Om Regning med* . . . . . (Sur le calcul avec transformations linéaires) par J. HJELMSLEV; même série, tome VI, n<sup>o</sup> 8 contenant *Ueber lineare Differenzgleichungen* par N.-E. NÖRLUND; même série, tome VIII, n<sup>o</sup> 5 contenant *Ichthyotomical Contributions, II*, par HECTOR-F.-E. JUNGENSEN; même série, tome VIII, n<sup>o</sup> 6 contenant *Om simple cykliske Kurver* (Sur les courbes cycliques simples) par C. JUEL.

L'Académie a accordé au D<sup>r</sup> F. LÖHNIS (Leipzig) un prix, prélevé sur le legs Classen, (400 couronnes) en récompense d'un mémoire sur la cyanamide de calcium.

La *Commission nommée pour l'enregistrement des sources*

*littéraires étrangères de l'histoire du Danemark* a présenté un Rapport sur son activité pendant l'année 1910 (voir les pages (25)—(27)).

Ont été réélus membres de la commission permanente de *l'Association internationale des Académies* MM. H.-G. ZEUTHEN et J.-L. HEIBERG.

La direction de la *Fondation Carlsberg* a présenté à l'Académie son Rapport sur l'emploi des fonds durant l'exercice 1909—1910. Sur la proposition de la direction, l'Académie a voté l'annulation du § XL du Supplément V des Statuts de la Fondation.

MM. CARL JACOBSEN et R. KOEFOED ont été réélus conseillers adjoints à la direction du *Laboratoire Carlsberg*.

---



## II

# VIDENSKABELIGE MEDDELELSER

---

COMMUNICATIONS



## LA TRANSMISSION DE L'IRRITATION PHOTOTROPIQUE DANS L'AVENA.

PAR

P. BOYSEN JENSEN.

### A. Préambule historique.

C'est DARWIN qui, dans ses recherches sur les mouvements des plantes<sup>1</sup>, a été le premier à démontrer qu'il peut exister chez certaines plantes une transmission de l'irritation phototropique. Les expériences de DARWIN ont porté principalement sur des plantes cotylédonées de l'espèce *Phalaris*. Lorsqu'il soumettait ces plantes à une action lumineuse s'exercant d'un seul côté, il constatait une forte courbure phototropique positive dans la tige hypocotyle. Il observa en outre que cette courbure n'avait pas lieu quand il obscurcissait le coléoptile à l'aide d'un revêtement d'étain en feuille et exposait seulement la tige hypocotyle à une lumière unilatérale, et qu'inversement quand il obscurcissait la tige hypocotyle (avec de la terre) et éclairait d'un seul côté le coléoptile, il se produisait cependant une courbure phototropique positive dans la tige hypocotyle. DARWIN expliquait avec raison ces expériences en disant que la tige hypocotyle est insensible à l'action de la lumière, que la perception de l'irritation lumineuse a lieu dans le coléoptile, et que l'irritation se transmet de là dans la tige hypocotyle, où le mouvement vient se résoudre. DARWIN put démontrer également

<sup>1</sup> DARWIN: The power of movement in plants, 1880, pp. 468 et suiv.

qu'aussi dans les espèces *Avena* et *Brassica* il existait une transmission d'irritation phototropique.

Lors de leur publication, les expériences de DARWIN rencontrèrent beaucoup de sceptiques. Mais leur justesse fut démontrée plus tard par les recherches de ROTHERT<sup>1</sup>. Ce dernier a étudié très à fond la transmission de l'irritation phototropique. Il a pu en prouver l'existence dans une série de plantes diverses, telles que: *Urtica*, *Galium purpureum*, sur les pétioles de *Tropæolum*, et ailleurs, et il a constaté que cette transmission était particulièrement nette chez les *Panicées* et dans *l'Avena*. Une tige hypocotyle ne se développe pas en général dans les plantes cotylédonnées de l'espèce *Avena* comme chez les *Panicées*. C'est la pointe du coléoptile qui chez les premières est particulièrement sensible à l'action lumineuse, et l'irritation se transmet ensuite dans la portion basale, qui se courbe dans un sens phototropique positif, même si elle n'est pas directement exposée à la lumière. Cependant même en ce cas il est possible, en éclairant la portion basale d'un seul côté et en obscurcissant la pointe, de déterminer une courbure phototropique positive.

ROTHERT procéda aussi à des expériences sur les trajets de la transmission de l'irritation, et notamment pour décider si cette transmission passait dans les faisceaux fibro-vasculaires ou dans le tissu parenchymateux. Il existe dans le coléoptile d'*Avena* deux faisceaux fibro-vasculaires diamétralement opposés. ROTHERT pratiqua dans ces faisceaux deux incisions, et il obscurcit le coléoptile de façon que la pointe seule était libre, tandis que les incisions et la partie sous-jacente restaient dans l'obscurité. Il put constater que sous l'action d'un éclairage unilatéral il se produisait une courbure phototropique positive dans la portion basale de la plante cotylédonnée. Et il en concluait (p. 66): „Es ist hiermit bewiesen, dass der

<sup>1</sup> ROTHERT: Über Heliotropismus. Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, VII, 1896.

heliotropische Reiz sich im Parenchym des Grundgewebes fortpflanzt<sup>4</sup>.

Ce dernier point a été étudié plus tard avec beaucoup de soin par FITTING<sup>1</sup>. Je commencerai par donner un aperçu des méthodes qu'il employa. Ses expériences portèrent principalement sur l'espèce *Avena*, qu'il cultivait dans des pots, chaque pot contenant une série de plantes. Pour obscurcir la portion basale des plantes il employait comme ROTHERT soit une gaine d'étain en feuille soit un tube quadrangulaire en papier noir muni d'un couvercle à travers lequel passait la pointe du coléoptile. Il adoptait pour ses expériences une température de 30 degrés, et prenait comme source lumineuse un bec Auer.

FITTING rechercha d'abord quelle influence l'incision elle-même pouvait avoir sur les plantes cotylédonnées. Plusieurs portions de plantes, par exemple les racines, sont, comme on le sait, extrêmement sensibles à des atteintes externes. Mais l'expérience montra qu'heureusement tel n'était pas le cas ici. La vitesse de la croissance ne s'en trouva pas sensiblement altérée. Il pouvait se produire de petites incurvations. Ainsi au début on put en observer une dans le sens opposé à l'incision, mais elle céda bientôt la place à une légère inclinaison du côté de l'incision. Dans tous les cas les courbures étaient très faibles et s'effaçaient devant celles qu'on obtenait par l'irritation phototropique.

FITTING étudia ensuite la transmission phototropique lorsqu'il pratiquait une seule incision dans le coléoptile. Il observa alors qu'il se produisait une courbure phototropique positive dans la partie basale, non éclairée, du coléoptile, quelle que fût l'orientation de l'incision par rapport à la direction de la lumière, soit qu'elle fût placée à la face antérieure ou à la face arrière du coléoptile, ou bien sur les

<sup>1</sup> FITTING: Die Leitung tropistischer Reize in parallelotropen Pflanzentheilen, Pringsheims Jhrb. 44, 1907.

flancs, en d'autres termes qu'une incision ne supprime pas la transmission de l'irritation, quelle que puisse être son orientation.

Mais FITTING fit beaucoup d'autres expériences. ROTHERT avait démontré que la courbure phototropique que l'on observe dans l'avoine est plus forte quand on éclaire toute la plante que quand on obscurcit la pointe en se bornant à éclairer la portion de base. Cela nous prouve aussi que la pointe est particulièrement sensible à la lumière et qu'il doit y avoir une transmission de l'irritation allant de la pointe vers la partie basale. FITTING démontra qu'il en était de même lorsqu'on pratiquait une incision dans la plante. En ce cas aussi la courbure était plus forte quand la pointe était éclairée que quand on l'obscurcissait.

ROTHERT avait également fait une expérience en éclairant la pointe et la partie basale dans des directions opposées. La courbure onduleuse, qui apparaissait d'abord, faisait place peu à peu à une courbure phototropique normale vers la source lumineuse qui éclairait la pointe. Ainsi donc l'irritation partant de la pointe était en état de triompher du mouvement induit dans la partie basale par l'action lumineuse directe. Or FITTING démontra que le même phénomène avait lieu quand on pratiquait une incision dans la plante.

En outre il essaya de deux incisions l'une au-dessus de l'autre, sur des côtés opposés du coléoptile. Dans ce cas aussi se produisait une transmission de l'irritation.

Le résultat des expériences de FITTING est donc celui-ci: Quelle que soit l'orientation de l'incision sur la plante cotylédonnée par rapport à l'action de la lumière, et qu'il y ait une seule incision ou deux incisions superposées, il existe toujours une transmission de l'irritation phototropique allant de la pointe éclairée vers la partie basale obscurcie.

FITTING suppose que la transmission de l'irritation passe par la substance vivante autour de l'incision. On pourrait se demander si ce courant ne traverse pas l'incision elle-même;

FITTING n'a guère mentionné cette objection qu'en passant; mais il a fait cependant quelques expériences pour l'écarter. Il disposait une feuille d'étain dans l'incision et constatait qu'il existait néanmoins une transmission de l'irritation. Mais lorsqu'il reprit plus tard ses expériences, il n'obtint qu'une courbure très faible. Il supposa que cela provenait de ce que l'étain était toxique, et il lui substitua une feuille de mica, mais sans obtenir un résultat meilleur. Il se contenta d'expliquer le fait en disant que s'il n'y avait pas de transmission de l'irritation dans ce cas, ce devait être parce que la pointe s'était desséchée.

Mais si l'on admet que la transmission de l'irritation ne se produit que dans la substance vivante, il s'ensuit une série d'autres conséquences. La courbure phototropique d'un organe cylindrique doit tenir à ce qu'il survient une différence dans la vitesse de croissance en deux côtés opposés, de façon qu'un côté croît plus rapidement que l'autre. Or si nous considérons deux plantes dont l'une porte une incision en avant et l'autre en arrière par rapport à la direction de la lumière, le résultat, selon FITTING, sera le même dans les deux cas, c'est-à-dire que nous aurons toujours une courbure phototropique positive. La transmission d'irritation se propageant dans la substance vivante, et par suite tout autour de l'incision, il doit passer en arrière dans le premier cas et en avant dans le second; mais l'action de cette transmission se manifeste dans tous les cas en ce que la partie arrière croît plus vite que la partie antérieure. La polarité qui se produit sous l'influence de la lumière dans la pointe éclairée doit donc se conserver sous la transmission de l'irritation vers la zone de réaction. Et pour citer les paroles mêmes de FITTING (loc. cit. p. 244), il nous dit „dass der polare Gegensatz, der in allen Teilen (Zellen) des Perceptionsorganes durch Aussenreiz induziert wird, sich auf lebenden Bahnen in die physiologisch radiär symmetrische, in seitlicher Richtung

apolar gebaute Reaktionszone so ausbreitet, dass auch in ihr ebenso wie in den Zellen der Reizleitungsbahnen alle Teile in gleicher Weise „polarisirt“ werden. Dadurch wird die Reaktionszone zu einer Krümmung veranlasst, die abgesehen vom Vorzeichen (positiv oder negativ) durch die indirekt vom Aussenreiz abhängige Richtung dieses polaren Gegensatzes streng bestimmt und so lange verstärkt wird, bis diese „Polarität“ nach Möglichkeit wieder beseitigt ist“.

### B. Recherches personnelles.

Avant l'apparition du travail de FITTING j'avais déjà procédé à quelques expériences sur le même sujet, au printemps de 1907, dans le laboratoire de physiologie botanique de l'Université de Copenhague, et j'avais abouti à des conclusions différentes de celles de ROTHERT et de FITTING. Au cours d'un voyage d'études que j'entrepris en 1909 aux frais de la Fondation Carlsberg, je continuai mes expériences dans le laboratoire de physiologie botanique de Leipzig, qui a pour directeur le professeur PFEFFER.

Je donnerai d'abord un aperçu des méthodes employées par moi. Les plantes dicotylédonées d'avoine ont été cultivées dans de petites éprouvettes à fond plat (hauteur 10 cm., diamètre 2,5 cm.), à raison d'une plante par éprouvette. J'ensemçais quotidiennement de 15 à 20 éprouvettes. La germination avait lieu à une température d'environ 20°. Il faut protéger soigneusement les jeunes pousses contre la lumière. Lorsqu'elles ont atteint une longueur de 2 à 3 cm., je considère qu'elles sont au point le plus favorable pour les expériences. Plus longues, elle ont souvent une tendance à se courber.

J'ai procédé aux expériences dans une chambre noire qu'un poêle de gaz maintenait à une température à peu près constante de 19° environ. De l'eau était répandue tous les

jours sur le parquet, de façon à porter l'humidité à 50—60 0/0. La lumière était fournie par une lampe Nernst, munie d'un écran cylindrique en fer blanc dont le rôle était d'empêcher une trop grande quantité de lumière diffuse de se répandre dans la chambre. Les plantes étaient placées à une distance d'environ 100 cm. de la lampe.

Pour obscurcir la portion inférieure des plantes, j'ai employé des morceaux quadrangulaires de papier noir que j'enroulais autour des éprouvettes de façon à former des cylindres de 9 cm. de hauteur. Je disposais sur chaque verre deux écrans dont l'un descendait jusqu'au pied de l'éprouvette, tandis que l'autre, placé autour du premier, pouvait s'élever ou s'abaisser et se placer au besoin à une hauteur telle que la pointe de la plante fût seule éclairée. Les écrans étaient assujettis autour de l'éprouvette à l'aide d'un anneau de gomme. Dans la plupart de mes expériences je les ai pas fermés à la partie supérieure: les expériences de contrôle m'ont prouvé que la lumière qui pouvait pénétrer d'en haut jusqu'aux plantes n'était pas en état de provoquer

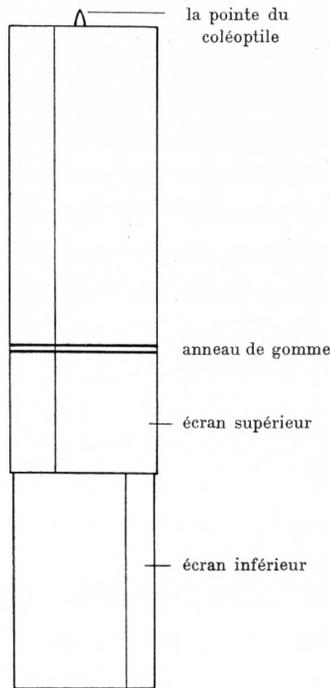


Fig. 1.

une courbure phototropique. Mais dans certaines expériences j'ai cherché une fermeture complète en disposant à la partie supérieure des écrans une feuille quadrangulaire de papier noir percée au milieu d'un petit trou rond par lequel passait la pointe du coléoptile.

1. Expériences dans une atmosphère non saturée de vapeur. La première série d'expériences qui me conduisit, comme je l'ai dit, à des résultats différents de ceux obtenus par ROTHERT et FITTING, fut faite dans les conditions suivantes: les plantes n'étaient pas recouvertes et se trouvaient par conséquent dans le même milieu hygrométrique que la chambre (50—60 %). A l'aide d'un scalpel bien aiguisé, je pratiquai à 2—3 mm. de la pointe une incision allant à peu près jusqu'au milieu du coléoptile. J'obscurcis la partie basale du coléoptile avec les écrans cylindriques mentionnés plus haut, de telle sorte que 1 ou 2 mm. seulement de la pointe du coléoptile étaient éclairés. Après 6—7 heures d'exposition à une distance de 100 cm. de la lampe Nernst, l'expérience étant considérée comme terminée, j'examinais les plantes et j'en dessinais les contours.

Voici quels furent les résultats:

a. Incision sur la face arrière du coléoptile (par rapport à la direction de la lumière). J'ai examiné en tout

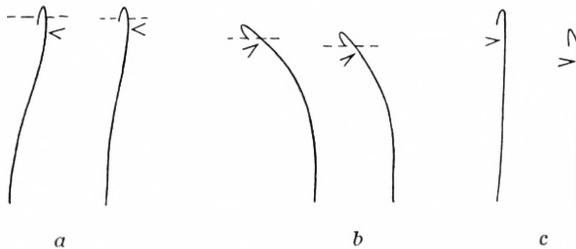


Fig. 21.

<sup>1</sup> Cette figure et les figures suivantes ont été dessinées de la manière suivante, indiquée par ROTHERT et FITTING. A la fin de l'expérience les plantes ont été disposées sur une feuille de papier et leurs contours obtenus en faisant glisser avec soin un crayon le long du côté convexe et de l'extrémité supérieure de la plante. Le côté concave n'est pas dessiné sur les figures. La ligne ponctuée horizontale marque la limite entre la portion éclairée et la portion non éclairée. La coche triangulaire indique l'endroit où se trouvait l'incision. Les dessins reproduits ici sont des copies des figures originales.

38 plantes. A la fin de l'expérience, 26 présentaient une faible courbure négative, 5 étaient faiblement courbées dans le sens positif; 7 restaient droites.

b. Incision sur la partie antérieure du coléoptile. J'ai examiné en tout 8 plantes, dont 7 se courbèrent fortement dans le sens positif, tandis qu'une resta droite.

c. Expérience de contrôle. 28 plantes où j'avais pratiqué une incision transversale furent placées dans l'obscurité pendant 6 heures. Ce temps écoulé, 7 étaient courbées vers l'incision, 5 dans le sens inverse, 4 étaient courbées de côté et 12 droites. Toutes les courbures étaient faibles.

13 plantes portant également une incision furent disposées sur le clinostate à la lumière. Les courbures qui se manifestèrent étaient toutes insignifiantes.

Il résulte de ces expériences que quand l'incision se trouve en avant (par rapport à la direction de la lumière) il se produit une forte courbure phototropique positive dans la partie basale du coléoptile et qu'il doit y avoir en ce cas une transmission de l'irritation phototropique depuis la pointe éclairée jusqu' à la partie basale obscurcie. Mais quand l'incision du coléoptile est pratiquée en arrière, il se produit en beaucoup de cas une faible courbure négative et dans d'autres cas aucune courbure. Il semble donc qu'en ce cas il n'y ait pas de transmission de l'irritation. Et tel est le point où mes expériences sont en désaccord avec celles de FITTING.

Dans ces premières expériences les incisions se trouvaient à une distance de 2—3 mm. de la pointe, tandis que ROTHERT et FITTING les plaçaient un peu plus bas, à 1 cm. environ de la pointe. On pourrait penser que c'est là que se trouve l'explication de la divergence. J'ai donc répété mes expériences avec des incisions à 8—10 mm. de la pointe.

Voici les résultats:

a. Incision à l'arrière du coléoptile. Sur 11 plantes,

5 présentait une faible courbure négative, 2 une faible courbure positive, 4 restaient droites.

b. Incision à l'avant du coléoptile. 3 plantes présentait toutes une forte courbure positive.

c. Expérience de contrôle. 4 plantes furent placées dans l'obscurité et 5 sur le clinostate, toutes munies d'inci-

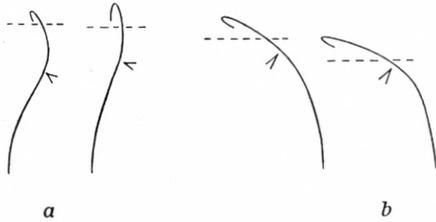


Fig. 3.

sions. A une seule exception près, elles se maintinrent toutes dans le même état.

Les résultats furent donc les mêmes que dans ma première série d'expériences.

2. Expériences faites sous l'eau. On pourrait peut-être objecter aux expériences précédentes que l'air était trop sec pour les plantes cotylédonnées; c'est pourquoi la série d'expériences suivante fut, sur les conseils du professeur PFEFFER, entreprise sous l'eau. Les plantes d'expérience furent placées dans une caisse de verre quadrangulaire remplie d'eau. Derrière ces plantes, on disposa une plaque de verre noircie à la suie et fixée par une dissolution de gomme-laque, pour empêcher tous reflets provenant de la paroi postérieure de la caisse. La portion basale des plantes fut obscurcie par des écrans cylindriques suivant la méthode ordinaire; mais les écrans étaient enduits de paraffine pour que la substance colorante ne pût se répandre dans l'eau et exercer sur les plantes une action toxique.

Le résultat de l'expérience a été tout à fait le même que dans les deux premières séries:

a. Incision sur la face arrière du coléoptile. Sur 20 plantes, 13 présentèrent une faible courbure négative, 1 une faible courbure positive, tandis que 6 demeurèrent droites.

b. Incision sur la face antérieure du coléoptile.  
14 plantes présentèrent toutes une forte courbure positive.

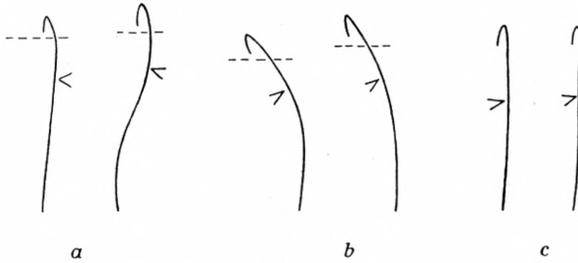


Fig. 4.

c. Expérience de contrôle. 5 plantes d'expériences furent placées sous l'eau et exposées à la lumière sur le clinostate; toutes avaient une incision. 2 s'inclinèrent faiblement du côté de l'incision, 3 restèrent droites.

J'instituai en outre une expérience où les écrans cylindriques étaient fermés en haut par un couvercle comme celui dont nous avons déjà parlé.

Résultats:

a. Incision sur la face arrière du coléoptile. 4 plantes présentèrent toutes une faible courbure négative dans la portion de base.

b. Incision sur la face antérieure du coléoptile. Sur 3 plantes, 2 présentèrent une forte courbure positive, 1 resta droite.

Le résultat des expériences sous l'eau est donc tout à fait le même que celui des premières séries d'expériences à l'air.

3. Expériences dans une atmosphère saturée d'humidité. Le désaccord entre les expériences de FITTING et les miennes ne pouvait s'expliquer par le fait que mes plantes avaient perdu leur sensibilité à l'action de la lumière. En effet, quand l'incision se trouvait placée sur la face antérieure du coléoptile, il se produisait toujours, comme il ressort

des expériences, une forte courbure phototropique positive dans la partie basale du coléoptile. Il suit de là qu'il pouvait y avoir aussi chez mes plantes une transmission de l'irritation. Et ce n'était pas non plus la mobilité de la portion basale qui avait été supprimée par une incision à l'arrière du coléoptile: j'ai pu le démontrer à l'aide d'une plante munie d'une incision postérieure; j'obscurcissais la portion supérieure et j'éclairais la portion inférieure; il se produisait une belle courbure phototropique positive.

Dès lors il ne me restait plus qu'à imiter exactement les procédés d'expérience de FITTING pour voir si je ne pourrais pas de la sorte obtenir les mêmes résultats. Je plaçai donc les plantes d'expérience dans un air saturé d'humidité, sous une caisse de verre; je disposai derrière les plantes une plaque de bois peinte en noir pour supprimer toute lumière réfléchie provenant de la paroi postérieure de la cage de verre. Pour obscurcir la portion basale du coléoptile j'employai également les procédés de FITTING, c'est-à-dire une feuille d'étain ou un tube quadrangulaire de papier avec couvercle. Quand on se sert de l'étain, la courbure n'apparaît que lorsqu'on déroule la feuille d'étain et qu'on laisse les plantes pendant quelque temps dans l'obscurité.

Le résultat de ces expériences fut le même que celui qu'avait obtenu FITTING: il se produisit une courbure phototropique positive, quelle que fût la position (avant ou arrière) de l'incision par rapport à la direction de la lumière.

Un trait caractéristique des méthodes employées par ROTHERT et FITTING pour obscurcir les plantes, c'est que le mouvement se trouve entravé. Quand on emploie l'étain, le fait apparaît du premier coup; mais même quand on se sert de la gaine de papier avec couvercle, le mouvement est entravé, car la plante doit pour se courber pousser le couvercle au-dessus du cylindre. Je supposai que cette entrave, qui ne se produit pas dans mon système d'écrans, pouvait

bien être la cause de la divergence dans les résultats des expériences. C'est pourquoi j'essayai avec mes écrans d'entraver le mouvement en piquant une épingle à travers l'écran devant la plante, de telle sorte qu'il fût impossible pour elle de se mouvoir. L'expérience terminée, j'enlevai l'épingle et je plaçai pendant quelque temps la plante dans l'obscurité pour permettre à une courbure éventuelle de se produire. Tout comme dans les expériences faites suivant les méthodes de FITTING, j'obtins de très bonnes courbures phototropiques positives dans la portion basale du coléoptile, même dans les cas où l'incision se trouvait à l'arrière.

Les résultats des expériences que j'ai mentionnées jusqu'à présent sont donc les suivants:

Quand l'incision est en avant, il existe toujours une transmission de l'irritation depuis la pointe éclairée jusqu'à la base obscure.

Quand l'incision est en arrière, il n'y a de transmission de l'irritation que si l'expérience a lieu dans une atmosphère saturée d'humidité et si les mouvements sont entravés d'une manière quelconque, de façon que les lèvres de la blessure soient fortement pressées l'une contre l'autre. Dans un air non saturé de vapeur ou sous l'eau, il ne se produit jamais de transmission.

Comme on le voit, toutes ces expériences peuvent s'expliquer par la théorie très simple d'après laquelle la transmission de l'irritation passe par l'arrière du coléoptile et que dans certains cas, savoir lorsque les lèvres de la blessure sont pressées l'une contre l'autre, la transmission peut passer à travers l'incision (et non en la contournant, comme le supposait FITTING).

4. Expériences avec insertion de feuilles de mica et de tranches de rotin dans l'incision. Pour vérifier d'un peu plus près la justesse de cette hypothèse, j'ai essayé,

comme FITTING l'avait déjà fait, de placer une petite feuille de mica dans l'incision. J'ai procédé à ces expériences dans une atmosphère saturée d'humidité, et j'ai eu soin d'entraver les mouvements à l'aide d'une épingle, de sorte que l'on devait s'attendre, — comme le démontrèrent quelques expériences de contrôle, — à une courbure phototropique positive, si les expériences avaient été faites sans la feuille de mica.

Résultats:

a. Incision à l'arrière du coléoptile. Sur 12 plantes, 8 présentaient une faible courbure négative, 3 restaient droites et 1 était faiblement inclinée dans le sens positif.

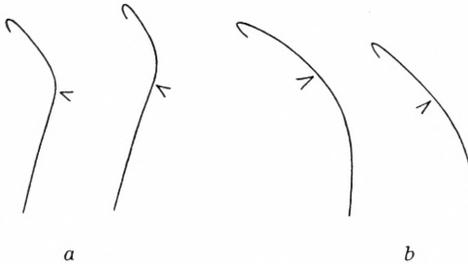


Fig. 5.

b. Incision à l'avant du coléoptile. 3 plantes présentèrent toutes une forte courbure positive.

Ainsi donc: quand on insère une feuille de mica dans l'incision, elle est en état de supprimer la transmission de l'irritation phototropique, mais seulement lorsque l'incision se trouve sur la face postérieure du coléoptile.

Sur les conseils du professeur PFEFFER, j'essayai ensuite de remplacer la feuille de mica par une tranche mince de rotin, plante qui possède, comme on le sait, des vaisseaux très larges. Je procédai exactement de la même manière qu'avec les feuilles de mica.

Résultats:

a. Incision à l'arrière du coléoptile. Sur 14 plantes, 10 présentèrent une courbure phototropique positive, 2 restèrent droites, et 2 se courbèrent négativement.

Il résulte des expériences qu'il y a eu, en tous cas chez

un certain nombre de plantes, une transmission de l'irritation phototropique.

Tous ces faits nous indiquent que notre hypothèse doit être juste. Mais je ne suis arrivé à une certitude complète que quand j'eus réussi à couper la pointe du coléoptile, à le replacer ensuite et, en éclairant la partie supérieure de cette pointe coupée, à provoquer une courbure phototropique positive dans la portion basale obscurcie.

5. Expériences avec section et remise en place de la pointe. Cette opération me causa pour commencer un certain nombre de difficultés. Il s'agissait de placer la pointe exactement de la même manière qu'avant le sectionnement et de maintenir les surfaces de section serrées l'une contre l'autre au cours de l'expérience. Or une difficulté provenait de ce que la première feuille est soumise à une pression positive et a par suite une tendance à écarter l'une de l'autre les deux parties dont se compose le coléoptile après le sectionnement.

J'ai réussi à triompher de ces obstacles de la manière suivante. Avec un scalpel bien affilé, je sectionne le coléoptile à 1 cm. environ de la pointe en pratiquant 4 incisions obliques, deux sur chacun des côtés plats du coléoptile. Les incisions doivent traverser seulement le coléoptile et ne pas endommager la feuille qui est à l'intérieur. Je soulève ensuite la pointe du coléoptile comme un capuchon, et je coupe avec un ciseau la pointe supérieure de la feuille, de façon que celle-ci ne dépasse pas l'incision de plus d' 1 mm. environ. J'applique sur la blessure une petite goutte d'une dissolution (neutralisée) de 10 % de gélatine, puis je replace la pointe du coléoptile dans sa position primitive en le rabattant sur la portion de feuille qui est restée et qui fournit un appui commode. Si la pression a fait jaillir un peu de gélatine hors de la plaie, on l'enlève avec un morceau de papier à

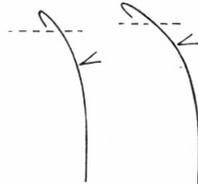


Fig. 6.

filtrer. Enfin je dispose un anneau de beurre de cacao fondu autour de la blessure, et quand cet anneau a séché, l'opération est terminée.

J'ai toujours exécuté cette opération dans une légère lumière rouge, et j'ai pris soin que les plantes ne fussent pas exposées à une lumière venant d'un seul côté.

Ensuite j'ai exposé les plantes à la lampe Nernst dans une atmosphère saturée de vapeur, de la manière accoutumée. Les résultats ont été les suivants :

a. Les plantes sont obscurcies à l'aide de mes écrans cylindriques. Sur 13 plantes, 9 présentent une courbure positive, tandis que 4 restent droites.

b. Les plantes sont obscurcies à l'aide des écrans de FITTING. Sur 19 plantes, 13 se courbent positivement,

5 restent droites, et 1 prend une courbure faiblement négative.

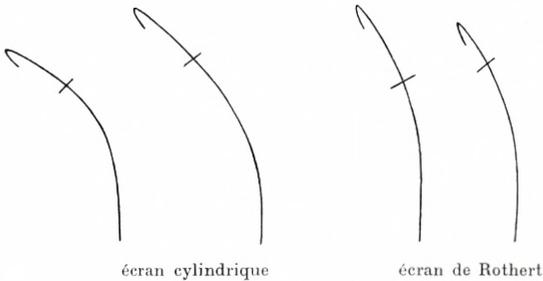


Fig. 7.

c. Expérience de contrôle. 10 plantes opérées de la manière ci-dessus décrite sont

obscurcies. Après 6 heures, 7 plantes étaient droites, 3 étaient faiblement courbées dans des directions opposées.

Cette expérience prouve qu'il peut se produire une transmission de l'irritation de la pointe éclairée vers la portion basale obscurcie, même si le coléoptile a été coupé de part en part.

6. Expériences sur la transmission d'irritation géotropique dans le coléoptile de l'avoine. J'ai recherché ensuite si la transmission de l'irritation géotropique pouvait passer également à travers une incision. Dans le cas d'une irritation géotropique, on ne peut pas, comme pour

l'irritation phototropique, exposer la pointe du coléoptile toute seule; la question était donc de savoir si la portion basale du coléoptile était sensible à l'action de la pesanteur au point de pouvoir réagir sans le concours de la pointe: dans ce cas en effet les expériences n'auraient donné aucun résultat.

J'essayai de voir d'abord si je pouvais empêcher la formation d'une courbure géotropique négative en pratiquant une incision dans le coléoptile à 1 cm. environ de la pointe et en disposant des feuilles de mica dans les incisions. Les résultats ont été les suivants:

a. Incisions sur la face supérieure du coléoptile. 10 plantes présentèrent toutes une forte courbure géotropique négative.

b. Incisions sur la face inférieure du coléoptile. 7 plantes, dont 5 restèrent droites, tandis qu'une prenait une courbure faiblement négative, et la septième une courbure faiblement positive.

Il résulte de ces expériences que la sensibilité à l'irritation géotropique est localisée dans la pointe du coléoptile et que la transmission de l'irritation se produit à la face inférieure du coléoptile.

J'examinai ensuite si la transmission de l'irritation géotropique pouvait se produire également à travers une incision, et, procédant comme je l'ai déjà décrit, je coupai la pointe du coléoptile et je la remis en place. Après l'opération je disposai les plantes horizontalement dans l'obscurité, où elles restèrent 6 heures. Pour la comparaison, quelques plantes dont la pointe avait été enlevée furent également placées dans la position horizontale.

Résultats:

a. Plantes à pointe remplacée. Au bout de 6 heures, les 10 plantes présentaient une courbure géotropique négative, forte chez 6 individus et faible chez les 4 autres.

b. Plantes de contrôle sans pointe remplacée.  
Les 6 plantes demeurent rectilignes.

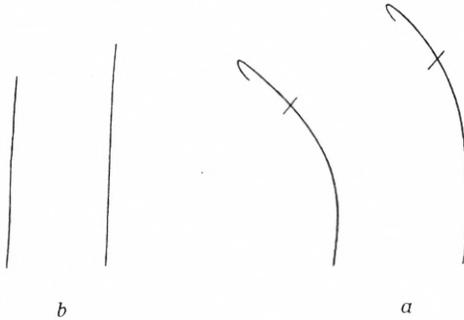


Fig. 8.

Il résulte de là que la transmission d'irritation géotropique peut passer également à travers une incision.

7. Expériences sur la transmission de l'irritation

géotropique dans les racines cotylédones. J'essayai ensuite de voir si les conclusions précédentes s'appliquaient aussi aux racines cotylédones. Je coupai avec un couteau bien tranchant 1—2 mm. de la pointe de la racine, et je replaçai le fragment dans sa position primitive. Je n'eus besoin en ce cas d'aucun lien pour rattacher les deux bords. Après l'opération j'enveloppai les racines de papier soie humide et les posai horizontalement dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Les plantes d'expérience étaient: *Lupinus albus*, *Pisum sativum* et *Vicia Faba*.

Le résultat de l'expérience fut négatif, et la cause en fut facile à comprendre. En effet l'opération blessa tellement les racines qu'elles gonflèrent fortement au-dessus de la plaie. Dans certains cas on put observer une faible courbure géotropique positive, mais les expériences n'avaient rien de convaincant. Je ne réussis pas davantage à constater une transmission de l'irritation traumatotropique de la pointe coupée de la racine vers la portion située au-dessus de la blessure.

C. Considérations théoriques sur la transmission de l'irritation.

Il me semble qu'on peut tirer de ce qui précède les conclusions suivantes:

La conception que, d'après ses expériences, FITTING s'est faite de la transmission de l'irritation phototropique dans le coléoptile de l'avoine, ne peut être tenue pour juste.

Comme nous l'avons vu, on peut supprimer la transmission en disposant une feuille de mica dans une incision pratiquée sur la face arrière du coléoptile (par rapport à la direction de la lumière), ce qui n'a pas lieu lorsque la feuille de mica se trouve placée à l'avant du coléoptile. Comme il ne se produit dans le premier cas aucune courbure dans la partie basale du coléoptile<sup>1</sup>, nous pouvons conclure que dans la courbure phototropique positive le côté antérieur conserve à peu près sans changement sa vitesse de croissance et qu'il n'existe pas de la transmission de l'irritation sur cette face antérieure du coléoptile. La transmission phototropique passe donc exclusivement sur le côté arrière du coléoptile et là il peut, — ce qui est très important, — se propager en traversant une incision.

Nous pouvons donc nous représenter les choses à peu près comme il suit. Sous l'influence d'une action lumineuse unilatérale il se produit à la pointe du coléoptile (et non pas, comme le pensait FITTING, dans les cellules séparées du coléoptile) une différenciation entre la face antérieure et la face postérieure; nous laisserons provisoirement de côté la question de savoir si cette différenciation est de nature énergétique ou matérielle. Une transmission de l'irritation part ensuite de la face arrière de la pointe pour descendre le long de la face arrière du coléoptile. Comme il n'existe, ainsi que je l'ai démontré, aucune modification dans la vitesse de croissance sur l'avant du coléoptile, la courbure phototropique positive doit provenir de ce que la vitesse de croissance s'accélère sur la face arrière du coléoptile. C'est cette accélération de vitesse de croissance qui est dégagée par l'irritation lumineuse.

<sup>1</sup> Les faibles courbures négatives que l'on a pu constater en ce cas peuvent être négligées; elles ne sauraient guère jouer un rôle important.

Il convient de se demander ensuite en quoi consiste exactement la transmission. Comme l'ont prouvé des études approfondies de physiologie animale, il se produit des modifications électriques pendant la transmission de l'irritation dans les nerfs. On peut caractériser brièvement ces modifications en disant que le point irrité devient négativement électrique par rapport aux autres parties du nerf. Lorsque l'irritation se transmet le long du nerf, il se produit des courants de sens opposés si l'on relie deux points A et B par un conduit dans lequel on a inséré un galvanomètre capillaire; le point A, que nous supposons le plus rapproché du point d'irritation, devient d'abord négativement électrique par rapport à B, et ensuite B devient négativement électrique par rapport à A. C'est le changement négatif de courant. On a constaté des phénomènes analogues dans la feuille de la dionée<sup>1</sup>. Quand la plante est à l'état de repos, c'est-à-dire „non modifiée“, la face supérieure est électriquement positive par rapport à la face inférieure. Mais si on l'irrite, la face supérieure devient négativement électrique; ensuite le courant change de direction. Comme on le voit, ce cas rappelle beaucoup ce qui se passe dans les nerfs.

On a essayé d'expliquer l'apparition de ces courants électriques en supposant que la transmission de l'irritation des nerfs est de nature électrolytique et serait dû à la transmission des ions. La cause de ce déplacement d'ions a été cherchée dans des changements de concentration qui surviendraient à la suite de l'irritation. En effet il se produit toujours, d'après Nernst, un dégagement de forces électromotrices lorsque deux dissolutions d'électrolyte de concentration différente se trouvent en contact.

<sup>1</sup> BURDON-SANDERSON: Die elektrischen Erscheinungen am Dionæablatt. Biol. Ctbl. 2, p. 481 (1882).

BURDON-SANDERSON: Die elektrischen Erscheinungen am Dionæablatt. (Zweite Mitt.), Biol. Ctbl. 9, p. 1 (1889).

C'est en partant de cette hypothèse que LEHMANN<sup>1</sup> a construit un „nerf artificiel“ de la manière suivante: il partage en 15 cellules une caisse de bois rectangulaire au moyen de cloisons de terre poreuse; il place dans chaque cellule une plaque de zinc et relie les plaques entre elles par un fil de cuivre. Les différences de tension entre les plaques sont mesurées au galvanomètre. Les cellules 2—15 sont remplies d'une dissolution de sulfate de zinc (65 0/0), tandis que les cellules 1 et 16 restent vides. On irrite le „nerf“ en versant dans une des cellules terminales, par exemple la cellule 1, une dissolution de sulfate de zinc moins concentrée (par ex. 1 0/0). Il se produit aussitôt, comme on peut s'en convaincre à l'aide du galvanomètre, un courant électrique traversant le liquide et passant de la plaque de zinc de la cellule 1 aux plaques des cellules suivantes. En même temps une dissolution de zinc a lieu dans la cellule 1, et un dégagement de zinc dans toutes les autres cellules. La concentration de sulfate de zinc s'accroît dans la cellule 1 et diminue dans les autres.

Le galvanomètre ayant été introduit entre les plaques de zinc 6 et 7, on constata que le courant passait d'abord de 6 à 7. La force du courant est en effet inversement proportionnelle à la résistance, et c'est pourquoi la plaque 6 devient plus fortement positive que la plaque 7. Mais à mesure que la diminution de concentration se propageait dans les cellules, le courant diminuait de force; enfin il changea de direction et se mit à passer de 7 à 6. Comme on le voit, ce changement de courant est tout à fait analogue à celui qui a lieu dans un nerf ou dans un muscle, et en se servant d'un appareil analogue à celui que je viens de décrire LEHMANN réussit à obtenir des courbes entièrement analogues

<sup>1</sup> A. LEHMANN: Sur la nature de l'activité des nerfs. (Bulletin de l'Académie des Sciences du Danemark, 1903, p. 205).

à celles qui représentent les changements de courant dans des nerfs soumis à une irritation.

Si je rappelle ces expériences, c'est parce qu'il me semble que mes expériences sur la transmission de l'irritation dans le coléoptile de l'avoine rendent vraisemblable que dans ce cas la transmission de l'irritation est de nature matérielle produite par des changements de concentration dans la pointe du coléoptile. En tous cas il me paraît qu'il faut laisser de côté l'hypothèse d'après laquelle la transmission d'irritation dans l'avoine serait dû à des causes physiques (changements de pression, etc.), ce qui est peut-être le cas pour le mimosa; en effet nous avons vu que l'irritation peut se transmettre à travers une incision pratiquée dans le coléoptile. Par contre diverses raisons font penser que la transmission de l'irritation est de nature chimique. Comme on s'en souvient, la condition du passage de la transmission à travers une incision était que les lèvres de la blessure fussent maintenues humides et serrées l'une contre l'autre, de façon à favoriser autant que possible une transmission de substance ou d'ions à travers l'incision. Autre raison: on n'a jamais pu constater de transmission de l'irritation à travers une incision lorsque les plantes d'expérience se trouvaient sous l'eau. L'eau doit être en état d'empêcher cette transmission, ce qui ne peut s'expliquer que dans l'hypothèse où la transmission de l'irritation serait dû à une migration de substance ou d'ions, qui se diffusent dans l'eau et ne peuvent plus agir.

## QUELQUES RECHERCHES SUR LA RIVIÈRE DE KONGEAA

PAR

JOHANNES STEENSTRUP.

(COMMUNIQUÉ DANS LA SÉANCE DU 16. DÉC. 1910.)

Dans un ouvrage intéressant et instructif de K. JANSEN sur la péninsule jutlandaise<sup>1</sup>, ce savant s'est exprimé de la manière suivante sur le Kongeaa, rivière dont un long parcours forme la frontière méridionale de notre pays: „Le lit profond et large du Kongeaa indique un ancien golfe qui, de l'ouest, aura dû s'étendre à peu près jusqu'à Kjæbenhoved, c'est-à-dire jusqu'au centre du pays, et qui aura dû être recueilli par un lac dont il existe encore un reste à Hjarup, et par le fiord de Kolding. Ce golfe, se continuant à travers toute la péninsule, aura contribué à la séparation importante qui distingue, tant au point de vue politique qu'au point de vue de la civilisation („sittlich“) les populations qui confinent ici l'une à l'autre“<sup>2</sup>.

Des expressions semblables se retrouvent chez bon nombre d'auteurs allemands.

Il est facile de constater la source première de toute cette doctrine; c'est le général prussien F. GEERZ qui, en faveur de

<sup>1</sup> K. JANSEN, Poleographie der cimbrischen Halbinsel. Ein Versuch die Ansiedlungen Nordalbingiens in ihrer Bedingtheit durch Natur und Geschichte nachzuweisen (1886).

<sup>2</sup> l. c., 25. SACH, Das Herzogtum Schleswig I (1896) 27.

sa thèse, expose ce qu'il a vu lui-même et invoque en outre le témoignage d'une carte dessinée par Cornelius Antoniades<sup>1</sup>.

GEERZ s'exprime ainsi: „Par cette carte, nous trouvons confirmée la conviction que nous avons acquise sur les lieux mêmes: à savoir que le lit du Kongeaa actuel, qui sépare le duché de Slesvig de la province de Jutland, a été autrefois beaucoup plus large et qu'il a été, évidemment, un bras de la mer du Nord allant jusqu'à Kjøbenhoved à peu près. On ne saurait guère en douter lorsque, venant du sud, on arrive à la colline de Dover. On est alors étonné de voir la vallée large et profonde de l'ancien bras de mer. Le lac de Herdorp, nous le retrouvons dans les vastes plaines prairiales actuelles à l'ouest de la ville de Kolding, s'étendant jusqu'au Kongeaa à Vamdrup. Aussi longtemps qu'existaient ces grandes eaux, les paroisses de Sest, de Vamdrup, de Skanderup et de Hjarup, situées au sud, demeurèrent attachées au duché au point de vue politique, comme elles l'étaient, même jusqu'en 1839, quant aux douanes. La grande différence de mœurs, de coutumes, de méthodes agricoles etc. qui existe encore aujourd'hui entre les habitants du Slesvig septentrional et leurs voisins du Jutland, nous est expliquée en partie par la vieille carte: les habitants ont été séparés par un obstacle naturel (deux bras de mer, un lac et de larges cours d'eau).“

Nous commencerons par considérer l'un des arguments de M. GEERZ, la vieille carte sur laquelle il s'appuie. Cornelis Anthoniszoon vécut au milieu du XVI<sup>e</sup> siècle dans les Pays-Bas, où, entre 1533 et 1553, il a publié, à Amsterdam, un certain nombre de cartes. Sa carte du Danemark a été insérée dans le „Theatrum orbis terrarum“ d'Ortelius (Anvers, 1570, in folio, f<sup>o</sup> 48, sous Dania). Elle présente un certain intérêt comme étant la première carte détaillée du Danemark.

Les parties de cette carte qui nous intéressent ici sont

<sup>1</sup> F. GEERZ, Geschichte der geographischen Vermessungen und der Landkarten Nordalbingiens 16.

reproduites ci-dessous. C'est avec une espèce de honte que nous renvoyons à ce „témoignage“ invoqué par des savants modernes. Tout le monde verra, au premier coup d'œil, qu'une carte si peu authentique et si défectueuse ne saurait nous apprendre rien, absolument rien sur la structure géographique du Jutland à cette époque. La ville de Haderslev



y est marquée plus au nord que Ribe; les îles de la côte occidentale du Slesvig sont placées le long de la côte du Jutland — ainsi l'île de Fanø se trouve à la hauteur de Veile; la ville de Ringkjøbing est à peu près au niveau de Kolding, la ville de Varde est placée au milieu du Jutland, au nord d'Aarhus, etc.

Et qui connaît cet immense lac de Herdorp? On serait tenté, il est vrai, de croire à l'existence de ce lac, puisque le *stagnum Herdorpsium* est nommé encore dans le tableau géographique du Danemark fait par CORNELIUS HAMSFORT<sup>1</sup>, tableau caractérisé à juste titre comme „assez remarquable“ par

<sup>1</sup> CORN. HAMSFORT, De familia Sprachalegum, Scr. R. D. III, 280.

M. HOLGER RØERDAM<sup>1</sup>. Mais en comparant la carte en question, — ainsi qu'une autre carte publiée par Ortélius, — avec le tableau de HAMSFORT, on aura la satisfaction de constater que c'est sur ces cartes que repose essentiellement son tableau, il n'a fait que rédiger et traduire en mots les données des cartes.

Ajoutez à cela qu'une autre carte, — postérieure, — du même Cornelis Anthoniszoon, découverte récemment par M. W. RUGE, ne montre aucune indenture dans le Jutland, ni ce grand fiord à travers le pays. Les cours d'eau marqués sur cette carte et qui se jettent dans le Middelfartsund ne semblent traverser que le tiers oriental du pays; en tout cas il n'y a aucune liaison entre ces cours d'eau et ceux de la partie occidentale du pays<sup>2</sup>.

Nous possédons, en outre, d'autres cartes, faites au XVII<sup>e</sup> siècle et ayant une valeur infiniment supérieure à celle de la carte d'Anthoniszoon: celles de J. MEJER. Ni sur les cartes insérées dans la „Neue Landesbeschreibung der Herzogthümer Schleswich und Holstein“, ni sur celles qui sont conservées en manuscrit à la Bibliothèque Royale de Copenhague<sup>3</sup> (au nombre de 9 au moins), on ne trouvera un lac à Hjarup; sur quelques-unes des cartes on a marqué le petit lac de Søggaard qui se trouve à environ 2 km. au sud-ouest de Hjarup. En général, on trouvera sur ces cartes la rivière-frontière et les autres cours d'eau de la région marqués d'une manière qui correspond à la réalité actuelle<sup>4</sup>. Sur la carte publiée par l'Académie royale des sciences et des lettres en 1804, il n'y a pas non plus de lac à Hjarup; il y a une

<sup>1</sup> H. RØERDAM, *Histof. Kildeskriver* I, 1, 696.

<sup>2</sup> A. A. BJØERNBO et CARL S. PETERSEN, *Anecdota cartographica septentrionalia*, 7 s., carte no. 5.

<sup>3</sup> Gl. kgl. Samling no. 713, folio.

<sup>4</sup> SACH, l. c. I, 37, dit que le lac de Hjarup est indiqué assez souvent sur les anciennes cartes. Pour moi, je ne connais aucune carte présentant cette particularité.

prairie au sud de l'église; d'ailleurs le terrain environnant est occupé par la bruyère ou par des forêts. Les grandes plaines prairiales mentionnées par GEERZ et qui s'étendraient selon lui de Kolding jusqu'à Vamdrup ne se trouvent pas sur les cartes de l'Académie royale de 1804, de 1820, ni de 1836, la bruyère et la forêt paraissant prévaloir dans cette région. Sur les cartes récentes publiées par l'état-major, les prairies ont seulement une largeur de 200 à 250 m. tout au plus.

Nous pouvons donc laisser de côté le géographe Antoniades et son témoignage. Nous allons nous occuper des observations personnelles de M. GEERZ faites sur les lieux. Son expression: „en venant du sud, on voit etc.“ se retrouve chez les auteurs plus récents, mais ils ne font sans doute que répéter ce que GEERZ a dit avoir vu.

Le Kongeaa actuel fait un contraste singulier avec le golfe ou fiord dont parlent les auteurs allemands. En voici une description de 1844: „La profondeur du Kongeaa dépasse rarement 1 m.  $\frac{1}{3}$ , et son embouchure est souvent ensablée“<sup>1</sup>. Dans les descriptions récentes on trouve ceci: Le lit du Kongeaa est pour la plus grande partie bas et plat. Sur une longue étendue (de Holt à Kalvslund, env. 28 km.) la rivière forme la frontière méridionale du royaume. Durant ce parcours, elle descend d'env. 29 m. à env. 10 m.  $\frac{1}{3}$ <sup>2</sup>. Ou bien: Le Kongeaa coule dans un lit qui, pour la plus grande partie, est bas et uni; la pente y est très faible; à Holte, le lit est à 29 m., à Villebølle (c. à d. plus de 25 km. à l'ouest) à 11 m. au-dessus du niveau de la mer<sup>3</sup>. Voilà des descriptions qui diffèrent singulièrement de celle de JANSEN, lequel insiste tant sur la profondeur du lit de la rivière et sur la séparation tranchée qu'elle détermine. Et c'est un fait significatif que JANSEN se soit cru obligé d'ajouter: „Dans le Jutland

<sup>1</sup> BERGSCEE, Den danske Stats Statistik, I, 151 s.

<sup>2</sup> FALBE HANSEN et SCHARLING, Danmarks Statistik, I, 117 s.

<sup>3</sup> SALMONSENS Konversationslexikon, article Kongeaa.

septentrional, les sillonnements existants, en partie beaucoup plus considérables, du sol n'ont produit aucun effet politique de quelque importance<sup>1</sup>.

D'ailleurs plusieurs circonstances relatives aux conditions sociales et politiques des environs de la rivière-frontière montrent son impuissance à établir une séparation de tant soit peu d'importance. De la paroisse de Vilslev, située au bord de la mer du Nord, la partie principale se trouvait, avant 1864, au nord de la rivière, mais une partie était située au sud, et cette partie avait des enclaves appartenant au royaume et d'autres appartenant au duché; ainsi, il y avait dans le village de Jested des fermes royales et des fermes duciales, et pourtant ce village entier faisait partie, au point de vue ecclésiastique, de la paroisse de Vilslev. A Hillerup où il y avait également des propriétés appartenant soit au royaume soit au duché, 12 fermes et quelques maisons appartenaient, au point de vue ecclésiastique, à la paroisse de Vilslev, tandis que le reste appartenait à la paroisse de Farup, et les choses étaient si compliquées que ce n'étaient pas les habitants appartenant au royaume qui appartenaient à la paroisse de Vilslev ni ceux appartenant au duché qui appartenaient à la paroisse de Farup; il y avait quelques fermes et maisons slesvicoises qui ressortissaient de la paroisse de Vilslev<sup>2</sup>.

Au temps du roi Frédéric II il y eut des contestations touchant la partie de la rivière qui coule entre Vilslev et Jested. A cet endroit la rivière était alors partagée en trois courants, et il y avait incertitude sur la question de savoir lequel de ces courants formait la frontière entre le Jutland septentrional et le Jutland méridional. Les paysans de Jested avaient transporté des pierres à Vilsmark dans le Jutland septentrional, de l'autre côté des courants; ils avaient tendu

<sup>1</sup> JANSEN, l. c. p. 25.

<sup>2</sup> J. MADSEN, Jested og Hillerup. Et Tidsbillede fra Vilslev Sogn fra før 1864 (dans Fra Ribe Amt VII, 1909, p. 3 ss.).

des gords dans les courants entre les deux pays et avaient défendu la pêche aux habitants de Vilslev, en contradiction avec les vieilles lettres patentes des rois. Ordre fut donc donné à 6 gentilshommes de se trouver à Ribe avec les conseillers commis par le duc Jean pour vider ces contestations et autres semblables, soit à l'amiable soit juridiquement<sup>1</sup>.

Dans le journal de ses voyages dans le Slesvig septentrional en 1775—76, SÆREN ABILDGAARD, dessinateur des archives du roi, écrit ceci: La rivière de Skodborg (c. à d. le Kongeaa) a coulé autrefois entre la cour d'honneur et la basse-cour du château de Skodborghus; la cour d'honneur a donc été située au sud de la rivière, et le château a appartenu en ce temps à la paroisse de Skodborg (en Slesvig). Mais plus tard la rivière a pris un autre cours tout au sud de Skodborghus, après quoi le château a appartenu à la paroisse de Veien<sup>2</sup>.

C'est précisément parce que la frontière est si peu déterminée par la nature que tantôt un morceau de terre tantôt un autre passe, avec la plus grande facilité, de l'administration du royaume à celle du duché, et vice versa. Le village de Bastrup était situé au sud de la rivière et dans le Slesvig, mais il appartenait à la paroisse de Vamdrup, dans le Jutland septentrional.<sup>3</sup> La paroisse de Seest avait appartenu, de toute ancienneté, au Jutland méridional, mais en 1566 elle fut cédée par le duc Jean au roi et incorporée dans le baillage de Koldinghus<sup>4</sup>.

C'est encore un fait significatif que les gués aient joué un si grand rôle dans l'histoire du Kongeaa comme dans celle de la rivière de Kolding. Déjà en 1390 est mentionné le moulin de Gamlevad (vad = gué) dans le Skodborgaa (c. à d. Kongeaa) avec son droit d'inondation du côté du nord.

<sup>1</sup> L. LAURSEN, Kancelliets Brevbøger 1561—65, 247 s. (1563).

<sup>2</sup> Sønderjydske Aarbøger. 1906, p. 136.

<sup>3</sup> TRAP, Slesvig, p. 77; Id. Danmark<sup>3</sup> V, 787 s.

<sup>4</sup> JENSEN, Kirchliche Statistik des Herzogthums Schleswig, p. 206. TRAP, Danmark<sup>3</sup> V, 785 s.

Ce moulin appartient au Maltherred (Jutland septentrional)<sup>1</sup>. En 1545, le roi Christian III défend d'exporter les chevaux et le bétail autrement que par Ribe et Kolding; nombre de gens passent par Issenvadt, Holckewadt, Esdrop Møllevad ou par Gjelballe, Hjarup et Kleckbeck et autres gués ou routes défendus entre Kolding et Ribe<sup>2</sup>. En 1567, le roi Frédéric II ordonne que tout le bétail qui, du marché de Kolding, entre dans le duché, passera par la douane de Kolding; ceux qui conduisent du bétail, sans en avoir payé le droit, par la route de Ribe ou autre part, par des gués illégitimes aux cantons de Andst ou de Malt, tels que Eystrup Møllevad, Hiarup, Skanderup et Klegebeck, seront punis de mort et auront forfait leur bétail<sup>3</sup>. En 1646, des lettres patentes du roi Christian IV portent que tous ceux qui conduisent des chevaux ou autre marchandise du baillage de Riberhus au duché de Holstein (Slesvig), passeront par Gredsted ou par Foldingbro et payeront les droits de douane à Kolding ou à Ribe, et celui qui aura conduit des marchandises du royaume au duché de Holstein en passant par des rivières ou autres gués, aura forfait son bien et sera puni comme violateur des ordonnances de Sa Majesté. Le même jour, pareille défense est publiée contre le passage par des gués illégitimes dans le baillage de Koldinghus<sup>4</sup>. Ainsi on voit que le passage à gué de la rivière a été facile au bétail et aux hommes, cette rivière n'a pas été très large, et elle n'a pas eu un caractère torrentiel<sup>5</sup>.

Le fond de la vallée du Kongeaa, en effet, offre précisé-

<sup>1</sup> Scr. R. D. VIII, 216: molendinum dictum Gamlewoth in amne Schotteburga situm cum libero suo aqueductu ad aquilonem pertingente ad Malthæherret. Cf. O. NIELSEN, *Malt Herred*, p. 81.

<sup>2</sup> ADLER, *Annuaire du lycée de Ribe*, 1847, p. 22. Pour toutes les localités mentionnées, v. *Historisk Tidsskrift*, 8<sup>e</sup> série, t. III, p. 24.

<sup>3</sup> LAURSEN, *Kancelliets Brevbøger 1566—70*, p. 120.

<sup>4</sup> V. A. SECHER, *Førfordninger, Recesser V*. 500 s., 503 s.

<sup>5</sup> Cf. S. ALKÆRSIG, *Toldgrænsen mellem Nørre- og Sønderjylland*, dans *„Samlinger til jydsk Historie*, 3<sup>e</sup> série, t. IV, p. 97 ss, et, du même auteur: *Fra den store Smuglertid*, dans *„Fra Ribe Amt“*, VII, 1909.

ment les mêmes traits caractéristiques que beaucoup d'autres rivières du Jutland. Voici ce qu'en écrit M. N. V. USSING, professeur de géologie à l'université de Copenhague: „Le fond des vallées des rivières est le plus souvent uni, occupé par une plaine prairiale traversée par la rivière qui cherche sa voie péniblement et par d'innombrables tours et détours. Il semble qu'il y ait une disproportion entre l'étroitesse de la rivière et la largeur du fond de la vallée; on ne saurait en conclure pourtant que la rivière ait eu autrefois un plus grand débit, puisque son lit change sans cesse ainsi que les formes de ses sinuosités; à chaque détour, le courant de la rivière se presse contre le bord extérieur du coude; c'est là que l'enlèvement par l'action de l'eau devient le plus fort, et le lit de la rivière est déplacé dans la même direction. De cette manière la rivière se déplace sans cesse, et c'est ainsi que sa vallée devient beaucoup plus large qu'elle même<sup>14</sup>.

Mais à côté de toutes ces raisons il y en a une qui prouve d'une manière tout à fait décisive que dans toute la période historique et même quelques milliers d'années avant le commencement de la période historique, il n'y a pas eu de fiord, de golfe, de torrent d'eau de quelque importance, et il est presque étonnant que GEERZ et ceux qui sont venus après lui n'aient pas fait l'observation suivante: les environs du Kongeaa sont très riches en monuments préhistoriques; en beaucoup d'endroits il y a des tumulus, l'un tout près de l'autre et souvent dans le voisinage immédiat de la rivière ou de ses affluents, précisément là où finissent les prairies. Il en est de même pour le Koldingaa et pour les autres rivières. Ces tumulus sont mentionnés dans les rapports envoyés au XVII<sup>e</sup> siècle par les curés à OLE WORM et ils sont marqués en partie sur les cartes modernes de l'état-major général.

Je me bornerai à signaler que dans la paroisse de Kalslund, au sud du Kongeaa, il y a, auprès de Villeboel, un

<sup>1</sup> N. V. USSING, Danmarks Geologi<sup>2</sup>, 275 s.

tumulus à cent mètres de distance seulement de la rivière. Dans la paroisse de Føvling il y a une longue file de tumulus qui suivent la direction de la rivière; l'un d'eux est situé à 150, les autres à 200—500 mètres de distance de la dite rivière; dans les tumulus, on a trouvé des objets appartenant à l'âge de bronze et à l'âge de fer. Dans la paroisse de Malt, un groupe de tumulus est situé à 125—200 m. et à Maltbæk quelques-uns à 320—500 m. de distance de la rivière. Dans la paroisse de Folding, auprès de Foldingbro, il y a des tumulus à 280 m. de distance du Kongeaa et à 160 m. seulement d'un de ses affluents. Dans la paroisse de Vejen, tout près de Vejen-Aa, affluent du Kongeaa, il y a un groupe de tumulus, dont l'un n'est éloigné que de 125 m. de cette rivière. Au cimetière de Vamdrup il y a un tumulus, à 500 m. de distance du Kongeaa et à 230 m. de distance d'un de ses affluents. A Havdrup existe un groupe important de tumulus où l'on a trouvé des objets datant de l'âge de bronze; ceux des tumulus qui sont les plus proches du Kongeaa en sont éloignés de 815 m. On pourrait citer encore des exemples en grand nombre; je me borne à rappeler qu'il y a des tumulus tout près des lacs<sup>1</sup>.

Ainsi les raisons archéologiques à elles seules s'opposent absolument à l'hypothèse d'un golfe, d'un fjord ou même d'un cours d'eau un peu plus large que la rivière actuelle; rien de tout cela n'a pu exister depuis deux ou trois mille ans. Si, dans des périodes préhistoriques encore plus éloignées, la structure du pays a été différente, c'est là une question qui ne doit pas nous occuper dans cette étude où il s'agit seulement d'expliquer l'origine, au XII<sup>e</sup> siècle, du duché de Slesvig.

<sup>1</sup> L'administration du Musée national des antiquités a eu la bienveillance de me donner accès aux rapports des recherches archéologiques faites dans ces régions-là. Cf. d'ailleurs: V. BOYE, *Fund af Egekister fra Bronzealderen i Danmark*, 66, 96, 98.

Mais il y avait en outre une raison géographique qui devait disputer à la rivière de Skodborg (c. à d. au Kongeaa) la qualité de rivière-frontière: c'était l'existence du Ribe-Aa et des parages à l'embouchure de cette rivière. Le Ribe-Aa, formé par le confluent du Fladsaa et du Gjelsaa, va beaucoup plus loin dans le pays, a beaucoup d'affluents et est beaucoup plus large. Aussi peut-on faire cette observation intéressante que plusieurs auteurs font du Ribe-Aa la rivière-frontière entre le royaume et le duché de Slesvig. A ce titre, il est mentionné en même temps que le Kolding-Aa par HAMSFORT<sup>1</sup>, et dans le dictionnaire (manuscrit) de MOTH, on lit à l'article „Jylland“ (Jutland), que la Jutia septentrionalis est séparée du Jutland méridional „par une ligne droite allant de la ville de Kolding à la ville de Ribe“. On ne saurait expliquer cette expression en supposant que les frontières ecclésiastiques ont causé une erreur, puisque la diocèse de Ribe s'étendait, à l'ouest, jusqu'au milieu du Slesvig. D'ailleurs le fait que Ribe a été considéré toujours comme appartenant au royaume<sup>2</sup>, est très significatif pour le caractère tout à fait fortuit et peu géographique de la frontière; l'embouchure du Kongeaa, du reste, se joignait à celle du Ribe-Aa, et, ensemble, elles formaient le Ribe-Dyb.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Scr. Rer. Dan. III, 280. — CHR. WEISENIUS, Kurtze Fragen: auf der Gräntze... fliest der Flus Ripa die Quere durch. — TERPAGER, Ripæ Cimbricae 16, suppose que c'est là une allusion au Skodborgaa (Kongeaa), conformément à l'hexamètre ancien:

Slesvicum et Jutas dirimit Schodburgicus amnis.

<sup>2</sup> On peut dire, si l'on veut, que la ville de Ribe est portée, dans le cadastre du roi Valdemar, sous le canton de Rangstrup. Mais naturellement la ville n'a jamais pu appartenir à ce canton situé beaucoup plus à l'est — comme l'a déjà remarqué O. NIELSEN. Il me paraît pourtant plus correct de dire que la ville a été nommée la dernière dans le Barvid-Syssel. Il fallait trouver une place pour elle.

<sup>3</sup> Voir le Danske Atlas. Comp. encore NIEMANN, Handbuch der schlesw.-holst. Landeskunde (1799) 1. Abth. 3: die Nipsaue... die Schottburger Aue... in die Westsee. Hier vereinigen sich beide Flüsse zwischen den Inseln Fanoe und Mandoe zu einem Strome, und bilden das Riepertief oder den Rieper Hafen, welcher nur für kleine und mittel-mässige Fahrzeuge fahrbar ist.

A l'est, la question de la frontière a été moins douteuse, le Kolding-Aa ayant été considéré comme rivière-frontière.<sup>1</sup> La ville elle-même était située dans le royaume. Ici la vaste forêt de Farrisskov, qui n'a disparu que fort tard et dont il y a encore beaucoup de restes, a servi de frontière autant que la rivière<sup>2</sup>.

Conformément à ce qui précède, je ferai observer, d'ailleurs, que dans l'ensemble des dialectes de la langue danoise, le Kongeaa ne constitue aucune limite linguistique. Nombre de traits caractéristiques réunissent les parlers du Slesvig tantôt à ceux du Jutland septentrional, tantôt à ceux des îles danoises. Si l'on veut cependant établir un parler slesvicois spécial, la limite de son domaine ne se trouve pas, en tout cas, au Kongeaa, mais à 8—16 km. au sud de cette rivière, c'est-à-dire qu'elle va de Ribe à Haderslev à peu près<sup>3</sup>.

On aura vu, à présent, je pense, que ni dans la structure et la configuration du pays, ni dans la nature des régions en question, il n'y avait rien qui fournît une occasion spéciale pour séparer du reste du royaume la partie méridionale de la péninsule et pour en faire une province particulière. Cette séparation est due à une cause de nature tout à fait différente: le royaume devait avoir à la frontière une garde contre l'ennemi du sud, et il fallait assigner à l'entretien du chef de cette garde des régions voisines, ou bien un territoire qui pût

<sup>1</sup> Comp. l'expression singulière d'une lettre royale de 1574: „par la rivière qui coule entre Skodborig et Kolding.“ Voir L. LAURSEN, *Kanceliets Brevbøger 1571—75*, p. 535.

<sup>2</sup> P. ELIASSEN, *Fra de otte Sogne* (dans „Vejle Amts Aarbøger“, 1907, p. 72) rappelle le fait qu'ici les noms de très grands villages se terminent par -torp (Stenderup, Vejstrup etc.) et que ces villages ont donné leurs noms aux paroisses. Cela s'explique, selon l'auteur, parce que la vaste forêt de Farrisskov est tombée peu à peu, faisant place aux villages en -torp. Il faut se rappeler, cependant, que c'est là un fait assez fréquent en Slesvig, voir le Manuel historique de la question du Slesvig, 1906, p. 64 s., *Danmarks Riges Hist. I*, 456.

<sup>3</sup> P. K. THORSEN, *Danske Almuesmaal*, dans SALMONSENS *Konversationslexikon IV*, p. 1095. MARIUS KRISTENSEN, *Nydansk*, p. 57.

lui donner des guerriers. Au temps de Knud Lavard (commencement du XII<sup>e</sup> siècle), les îles méridionales du royaume, elles aussi, paraissent avoir obéi à ce chef<sup>1</sup>; plus tard, ce furent seulement les régions voisines de la frontière qui obéissaient au „duc du Danemark entier“, au „duc du Danemark“, au „duc en Danemark“, et alors la frontière nord fut fixée au Kongeaa.

Le cadastre de Valdemar donne des renseignements significatifs, tant par ce qu'il dit que par ce qu'il ne dit pas. On s'attendrait à ce que ce registre statistique, qui renseigne spécialement sur la division du royaume et sur ses différentes parties, citât comme une des plus importantes de ces parties un duché. La liste principale du cadastre cite les baillages et les cantons du Jutland, mais elle ne dit pas lesquels appartiennent au royaume, lesquels au duché; dans le manuscrit on ne trouve pas même une de ces marques colorées indiquant le commencement d'un territoire nouveau. Les redevances sont absolument les mêmes pour le Jutland septentrional et le Jutland méridional; on ne trouve pas la plus légère allusion au fait qu'elles seraient perçues par une autre personne que le roi; pas même en mentionnant la ville de Slesvig et le Danevirke, la liste ne nomme un duc. Il est vrai qu'au temps de la confection de la liste, le roi Valdemar était en même temps duc, mais il n'y a pas la plus légère allusion à une époque antérieure où il en aurait été autrement. Dans la liste de toutes les îles du Danemark, point de distinction non plus. C'est seulement la liste des terres appartenant au fisc („Konunglef“) qui nous apprend l'existence d'un duché. Dans cette liste, on trouve, dans l'énumération des possessions *in Jucia*, une colonne spéciale précédée par

<sup>1</sup> H. OLRIK, Knud Lavard, p. 87, 89. Canut donne à son frère Erik la préfecture des îles: Ericus insularum a Canuto praefectura donatus (Saxonis Grammatici Historia Danica, rec. MÜLLER, p. 642).

une marque<sup>1</sup> et commençant par Brøens, dans le canton de Hvidding. Pareillement, il est dit ici que les  $\frac{3}{4}$  de Hedeby appartiennent au fisc, et un quart au duché. Toute la contribution de la Frise va au roi, et de 4 chaudières de salinage dans la Frise, 3 appartiennent au roi, et la quatrième au duché. Ainsi, le cadastre du roi Valdemar porte témoignage de l'unité absolue, à l'origine, de la péninsule jutlandaise, et la loi du même roi Valdemar s'est appliquée, on le sait, dès l'origine, à toute la péninsule, de Skagen jusqu'à l'Eider; on n'y a connu aucune loi différente de celle-là ni aucun territoire sujet à une autre loi (tandis qu'en Séland on a eu deux sources de loi différentes l'une de l'autre).

A ce que je viens de démontrer je n'ajouterai que quelques remarques sur le nom de la rivière-frontière.

Le nom de Skodborgaa nous est connu par deux scaldes islandais du XI<sup>e</sup> siècle; à cela près, il ne nous est connu qu'à partir du XIV<sup>e</sup> siècle. La rivière apparaît anonyme dans la désignation célèbre du duché „for sønden Aa“ (c. à dire le duché au sud de la rivière). Cette singulière absence de nom se retrouve dans quelques-uns des rapports envoyés à OLE WORM; d'autres rapports l'appellent pourtant Skodborgaa<sup>2</sup>. C'est le sort des petites rivières d'avoir plus d'un nom ou d'emprunter les noms des différents villages ou paroisses qu'elles traversent ou qu'elles touchent. Dans quelques-uns des rapports cités, le cours occidental de la rivière en question est appelé Vilslev-Aa<sup>3</sup>, nom qui se retrouve dans le Danske Atlas (V, 690; VII, 164). Abstraction faite de cette désignation, la rivière-frontière est appelée exclusivement, encore au

<sup>1</sup> SACH, Das Herzogtum Schleswig, I, 36, dit qu'il y a ici la marque ordinaire qui indique une nouvelle section. Cela n'est pas exact; dans le manuscrit la marque en question n'est pas rouge comme celles qui indiquent les autres divisions principales; ici, elle est noire (avec un point rouge au centre).

<sup>2</sup> Danske Samlinger, II<sup>e</sup> série, t. IV, p. 84, 86.

<sup>3</sup> Ibid., p. 107 ss.

XVII<sup>e</sup> siècle, Skodborgaa, et ce nom s'emploie généralement aussi au XVIII<sup>e</sup> siècle.<sup>1</sup>

La plus ancienne source où j'ai trouvé employé le nom de Kongeaa — et encore ce nom, ici, est supposé bien connu — c'est une lettre-patente du 29 octobre 1727 relative à la ligne de douane ordinaire entre le Jutland et le Slesvig. Elle porte que „le Kongeaa à l'ouest, et le Koldingaa à l'est, formeront la ligne de douane vraie et générale... entre le Jutland septentrional et le duché de Slesvig. Et puisqu'il y a, entre le Kongeaa et le Koldingaa, sur une étendue de  $\frac{3}{4}$  de mille (environ 6 km.), de la terre ferme et sèche, tous nos sujets sauront que nous avons fait poser un certain nombre de jalons pour marquer la vraie ligne de douane entre ces deux rivières.“<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Daniæ descriptio a JONA KOLDINGENSI (1594), 73, 87. DANCKWERTH, Landesbeschreibung (1652), 70. RUTGERUS HERMANIDES, Daniæ ac Norvegiæ descriptio II, 790, 793, 801. PONTOPPIDAN, Theatrum Daniæ veteris et modernæ 224, 228, 320, 337. NIEMANN, Handbuch der schlesw.-holst. Landeskunde (1799) 1. Abth. Dans le Danske Atlas, l'un et l'autre des noms sont employés.

<sup>2</sup> A ces recherches sur le Kongeaa, j'ai ajouté quelques notices supplémentaires dans mon mémoire „Jylland og Jyder“ dans le Historisk Tidsskrift, 8<sup>e</sup> série, t. III, p. 16 ss.

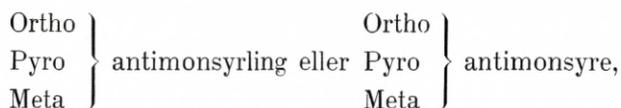


## OM NOGLE DOBBELTSALTE AF ANTIMONPENTA- KLORID MED NOGLE ALKALOIDERS KLORHYDRATER

AF

TH. SV. THOMSEN

Saa vel af det trivalente som af det pentavalente Antimons Halogenforbindelser kendes talrige Dobbeltsalte med Halogensalte af Metaller, hvilke Dobbeltsalte kan betragtes som Salte af henholdsvis



hvori Ilten er erstattet af Halogen.

En Sammenstilling af de herhen hørende, hidtil fremstillede Dobbeltsalte findes i Gmelin-Kraut-Friedheim-Peter's Handb. d. anorg. Chemie, Bind III. 2., hvorfor det maa anses for overflødig her at give en saadan.

Dobbeltsalte af Antimonhalogenforbindelser med organiske Basers Halogenhydrater kendes derimod kun i et ringe Antal, og af Antimonpentaklorid kendes kun Dobbeltsalte med Klorhydraterne af Pyridin, Kinolin og Dimetylanilin. Af disse Dobbeltsalte har Rosenheim og Stellmann<sup>1</sup> fremstillet de til Formlen:  $3RHCl \cdot 2SbCl_5$  svarende Forbindelser af alle de nævnte tre Baser, medens Weinland og Schmid<sup>2</sup> fremstillede

<sup>1</sup> Ber. d. d. chem. Gesellsch. 34 (1901) 3377.

<sup>2</sup> Zeitschr. f. anorg. Chem. 44 (1905) 37.

de til Formlerne:  $R_2HCl \cdot SbCl_5$  og  $RHCl \cdot SbCl_5$  svarende Pyridin- og Kinolinforbindelser samt Kinolinsaltet af Formlen:  $2(C_9H_7N \cdot HCl) \cdot SbCl_5 \cdot H_2O$ .

Rosenheim og Stellmann angiver (l. c.), at det kun er muligt at fremstille Dobbeltsalte af tertiære Baser, hvorimod primære og sekundære Baser strax iltes af Antimonpentakloridet, uden iøvrigt nærmere at meddele, hvilke primære og sekundære Baser de har forsøgt anvendt, eller paa hvilken Maade Iltningen af Basen gik for sig.

Alkaloiderne forholder sig, som bekendt, paa enkelte Undtagelser nær som tertiære Baser, idet de med Alkyljodider giver Additionsprodukter, der ved Behandling med fugtigt Sølvoxyd giver Ammoniumbaser, og da Alkaloiderne saaledes opfylder den ovenfor nævnte af Rosenheim og Stellmann opstillede Betingelse for at kunne danne Dobbeltsalte med Antimonpentaklorid, var det rimeligt at vente — forsaavidt da denne Betingelse har nogen almén Gyldighed — at Dobbeltsalte af Antimonpentaklorid med Alkaloidklorhydrat under visse Betingelser lod sig fremstille.

Det maa imidlertid paa den anden Side erindres, at de fleste Alkaloider let reagerer med Klor, i Reglen under Dannelse af Additions- eller Substitutionsprodukter, og da Antimonpentaklorid, som bekendt, med Lethed afgiver to Atomer Klor, kan den Mulighed derfor ikke paa Forhaand udelukkes, at der i en Opløsning, som indeholder baade Alkaloid og Antimonpentaklorid, vilde kunne dannes et paa en eller anden Maade kloreret Alkaloid, og at eventuelt udskilte Krystaller kunde være Forbindelser af Antimontriklorid og det klorerede Alkaloids Klorhydrat.

Det kan derfor ikke anses for at være uden Interesse at undersøge, hvorvidt Antimonpentaklorid danner Dobbeltsalte med Alkaloidernes Klorhydrater eller om det reagerer med disse paa anden Maade.

Ved den i saa Henseende foretagne Undersøgelse, ved

hvilken anvendtes følgende Alkaloider: Kinin, Kinidin, Cinkonin, Cinkonidin, Morfin, Kodein, Stryknin, Kokain, Koffein og Nikotin, fandtes, at disse Alkaloiders Klorhydrater med Antimonpentaklorid alle dannede krystallinske Dobbelsalte og ikke kløredes af Antimonpentakloridet. Det maa dog tilføjes, at da det ved Undersøgelsen kun tilsigtedes at oplyse, om Alkaloiderne var i Stand til at danne Dobbelsalte eller ikke, blev der ikke foretaget saadanne Forsøg, hvor en forholdsvis stor Mængde Antimonpentaklorid indvirkede paa en forholdsvis ringe Mængde Alkaloid.

I det af Dobbelsaltene isolerede, fri Alkaloid lod der sig ikke i noget Tilfælde paavise Klor (Smeltning med Kaliumnatriumkarbonat); endvidere var Udbyttet ved den i det følgende beskrevne Fremstillingsmaade c. 80 til 90 % af den Mængde Dobbelsalt, der teoretisk kunde dannes. Disse Forhold i Forbindelse med de ved Analyserne fundne Tal viser med al mulig Tydelighed, at Antimonpentakloridet under de i det følgende angivne Forhold ikke virker klørende overfor Alkaloiderne. En Undtagelse herfra danner maaske til en vis Grad Forholdet overfor Morfin. Der udskiltes ganske vist ret hurtigt et krystallinsk Dobbelsalt, men kun i en Mængde af c. 50 % af den beregnede, og ved længere Tids Henstand af Moderluden fremkom ikke yderligere Krystaller, men kun en amorf Masse, der maaske kunde være et Omdannelsesprodukt af Morfinet. Den Omstændighed, at Morfinsaltet er ret let opløseligt i Udvaskningsmidlerne, bevirker selvfølgelig ogsaa, at Udbyttet bliver mindre.

---

Dersom man til en saltsyreholdig, vandig Opløsning af et Alkaloidklorhydrat sætter en Opløsning af Antimonpentaklorid i Saltsyre, fremkommer der for de fleste Alkaloiders Vedkommende, og selvom Opløsningen kun indeholder en ringe

Mængde Alkaloid, i Reglen strax et amorft (sjældnere mikrokrystallinsk) Bundfald. Disse Bundfald udviser imidlertid en varierende Sammensætning og maa vistnok opfattes som Dobbelt-salte af Antimonpentaklorid med vedkommende Alkaloidklorhydrat, i hvilke en større eller mindre Mængde af Klorret er substitueret af Hydroxyl (eller Ilt), og dersom man gør Væsken saa stærkt saltsur, at Dannelsen af hydroxyl- (eller oxy)-substituerede Forbindelser maa anses for ganske udelukket, bliver Bundfaldene saa godt som altid amorfte.

Anderledes bliver Forholdet, naar man arbejder med Alkohol som Opløsningsmiddel for Alkaloidet; i saa Tilfælde fremkommer der ikke strax Bundfald ved Tilsætning af den saltsure Antimonsyreopløsning — forsaavidt Alkaloidopløsningen da ikke er for koncentreret eller for saltsyreholdig — men Dobbelt-saltene udkrystalliserer først efter nogen Tids Henstand som smaa, smukke Krystaller, i Reglen af en kraftig Farve.

Den til *Fremstilling* af Dobbelt-saltene benyttede Fremgangsmaade er følgende: 10 g Alkaloid opløstes i 2 à 300 cm<sup>3</sup> Vinaand (90 Volumprocent) om fornødent (f. Ex. ved Morfin) under Opvarmning; til denne Opløsning blev sat 30 à 40 cm<sup>3</sup> 40 %-holdig Saltsyre og derefter den beregnede Mængde Antimonpentaklorid, som forud var opløst i 40 %-holdig Saltsyre (1 g  $SbCl_5$  i saa megen Saltsyre, at Rumfanget udgjorde 4 cm<sup>3</sup>). De efter endt Udkrystallisation udskilte Krystaller blev samlede i en Tragt med gennemhullet Glasplade, som var dækket af en lille Filterskive, hvorpaa de, efter at Moderluden var suget fra, blev udvaskede under Sugning først med saltsyreholdig Vinaand, derefter med Vinaand og endelig lufttørrede.

Alle Dobbelt-saltene dekomponeres saavel ved længere Tids Henstand som ved Opvarmning med Vand eller Vinaand under Udskilning af Antimonsyre; i saltsyreholdig Vinaand er de mere eller mindre opløselige; saaledes er Morfin-, Koffein- og Nikotinforbindelsen ret let opløselige, medens de øvrige er

tungt opløselige; i ammoniakholdig Vinaand opløses de alle ret let, og denne Opløsning udskiller først Antimonsyre efter nogen Tids Henstand eller ved Opvarmning; i vandig Vinsyreopløsning kan de alle, i hvert Fald under Opvarmning, opløses.

Ved *Analysen* af Saltene benyttedes følgende Fremgangsmaader:

1. *Antimon*. Den afvejede Stofmængde opløstes i ammoniakholdig Vinaand. Til denne Opløsning blev sat 4 à 5 Gange saa meget Vand som anvendt Vinaand og derefter frisk tilberedt Ammoniumsulfidopløsning i passende Mængde. Efter kort Tids Henstand blev overmættet med fortyndet Svovlsyre, hvorefter Kolben henstilledes, indtil Væsken ikke længere lugtede af Svovlbrinte; det derefter paa et Filter samlede og udvaskede Bundfald blev nu, efter at være skilt fra Filtret, under forsigtig Opvarmning opløst i 25 <sup>o</sup>/<sub>o</sub>-holdig Saltsyre, hvilken Opløsning efter Tilsætning af dens dobbelte Rumfang Vand blev kogt, til Svovlbrinten var udjaget. Det er nødvendigt at undgaa et for stort Overskud af Ammoniumsulfid for at faa et Bundfald, der indeholder saa lidt frit Svovl som muligt, da Tilstedeværelsen af større Mængder af det fint fordelte Svovl i høj Grad vanskeliggør Antimonsulfidets Opløsning i Saltsyren, ligesom ogsaa selve Opløsningen maa finde Sted under meget forsigtig Opvarmning, da en for stærk Opvarmning medfører, at en Del af Antimonsulfidet indhyles af Svovl og derved unddrager sig Saltsyrens Indvirkning.

Efter Svovlbrintens Udjagning og Afkøling af Væsken frafiltreres Svovlet, hvorpaa Filtratet efter Tilsætning af noget Vinsyreopløsning først gøres alkalisk ved Hjælp af Natriumhydroxydopløsning og derpaa svagt surt med Saltsyre. Efter Tilsætning af Overskud af surt Natriumkarbonat bestemmes nu Mængden af Antimontrioxyd jodometrisk efter Rohmers

Metode<sup>1</sup>, altsaa ved til Titreringen at anvende noget mere end den nødvendige Mængde Jodopløsning og tilbagetitrere Overskudet af denne med Natriumthiosulfatopløsning.

2. *Klor*. Den afvejede Mængde Salt blev opløst, eventuelt under Opvarmning, i Vinsyreopløsning, og efter Tilsætning af lidt Salpetersyre blev Kloret udfældet som Sølvklorid. Efter Henstand til næste Dag filtreredes for Sugeren gennem en tareret Vollerts Digel, i hvilken det udvaskede Sølvklorid efter Tørring ved 120° à 125° blev vejat som saadant.

3. *Kvælstof*. En direkte Bestemmelse af Alkaloidmængden i disse Dobbeltsalte lader sig ikke foretage, fordi en ringe Mængde af Alkaloidet dekomponeres under den Behandling, som Saltet maa underkastes, for at Alkaloidet kan isoleres. Ved de paa forskellige Maader foretagne Alkaloidbestemmelser fandtes altid 2 à 3 % mindre end den beregnede Mængde, og det udvundne Alkaloid havde altid en svag Lugt, der mindede om Kinolin, Pyridin eller lignende. Jeg nøjedes derfor med at bestemme Kvælstofmængden. Den hertil anvendte Fremgangsmaade var den Gunning-Atterberg'ske Modifikation af Kjeldahls Metode, dog med den Ændring, at der foruden Kvægsølv tillige benyttedes Kobberoxyd, og endvidere at Kogningen ikke blev afbrudt 15 Minutter efter, at Kolbens Indhold var bleven grønt, men vedligeholdtes i 1½ à 2 Timer efter dette Tidspunkt. Til hver Bestemmelse blev anvendt 20 cm<sup>3</sup> Svovlsyre, 18 g Kaliumsulfat, 0,6 g Kvægsølv samt lidt Kobberoxyd; Væsken var i Reglen affarvet (grøn) paa mindre end en Time.

Efter denne Fremgangsmaade lader Kvælstoffet i de her omhandlede Alkaloider sig bestemme exakt, hvilket jeg iøvrigt ved Forsøg med rene Alkaloider og Alkaloidsalte har overbevist mig om<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Ber. d. d. chem. Ges. 34. (1901) 1566.

<sup>2</sup> I en kommende Meddelelse vedrørende Kvælstofbestemmelser vil der blive Lejlighed til at komme nærmere ind paa Spørgsmaalet om Bestemmelse af Kvælstoffet i Alkaloider efter Kjeldahls Metode.

Til Identificering af de indeholdte Alkaloider blev 2 à 3 g Salt opløst i Vinsyreopløsning, hvorefter Alkaloidet frigjordes ved Tilsætning af Natriumkarbonatopløsning og enten frafiltreredes eller udrystedes med et passende Opløsningsmiddel. Efter Udvaskning eller Indtørring blev Alkaloidet opløst i lidt Saltsyre og paany frigjort med Natriumkarbonatopløsning, frafiltreret eller udrystet og udvasket eller indtørret, hvilke Operationer blev gentagne, indtil det fri Alkaloid ikke længer havde nogen Lugt.

Det saaledes frigjorte og rensede Alkaloid udviste altid vedkommende Alkaloids karakteristiske Forhold, hvilket i Forbindelse med den Omstændighed, at det fundne Indhold af Kvælstof i Dobbeltsaltene, saaledes som det vil ses af det følgende, altid nøje svarede til det beregnede, maa anses for at være tilstrækkeligt Bevis for, at Alkaloidet er uforandret tilstede i Dobbeltsaltene.

En Undtagelse fra den ovenfor angivne Fremgangsmaade danner den ved Isoleringen af Nikotinet anvendte. Nikotindobbelt saltet blev udrørt i fortyndet Natriumhydroxydopløsning og derefter underkastet Destillation med Vanddamp i en Brintatmosfære. Af Destillatet blev Nikotinet udrystet i Skilletragt med Æther, hvorefter en Del af det fraskilte Ætherlag blev blandet med saa megen Æther, at der maatte antages at indeholdes omtrent 1 Del Nikotin i 100 Dele Æther. Denne ætheriske Opløsning gav i rigelig Mængde de for Nikotin karakteristiske Roussin'ske Krystaller.

For et eventuelt Indhold af trivalent Antimon blev Dobbelt saltene prøvet paa følgende Maade: En passende Mængde Salt blev i et Reagensglas opløst i ammoniakholdig Vinaand og opvarmet eller henstillet til Antimonsyren var udskilt, hvorefter Væsken hældtes fra Bundfaldet, som nu blev kogt med en ammoniakalsk Opløsning af Sølvnitrat. Der fandt ikke herved Reduktion Sted i noget Tilfælde.

## Kininklorhydratantimonpentaklorid.



Forbindelsen danner et ret vægtfyldigt, svovlgult, krystallinsk Pulver. Under Mikroskopet kunde ikke iagttages karakteristiske Former.

Til Bestemmelse af Antimon toges 0,7455 g i Arbejde; ved Titrationen anvendtes 22,34 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning<sup>1</sup> og 0,91 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Natriumthiosulfatopløsning = 17,32 % Sb. Til 0,7170 g af et andet Præparat anvendtes 21,47 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 1,00 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-opløsning = 17,13 % Sb.

0,8331 g af det første og 0,8121 g af det andet Præparat gav henholdsvis 1,1963 g AgCl = 35,52 % Cl og 1,1653 g AgCl = 35,50 % Cl.

Til Neutralisation af den af 0,6713 g dannede Mængde Ammoniak udkrævedes 19,30 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre = 4,03 % Kvælstof og til 0,7232 g af det andet Præparat 20,80 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre = 4,02 % Kvælstof.

Saltet led intet nævneværdigt Tab ved Henstand ved 100°.

Beregnet for $C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot 2HCl \cdot SbCl_5$	Fundet	
	I	II.
Antimon	17,28 %	17,32 %    17,13 %
Klor	35,78 -	35,52 -    35,50 -
Kvælstof	4,03 -	4,03 -    4,02 -

## Kinidinklorhydratantimonpentaklorid.



Et krystallinsk Pulver, hvis Farve er noget kraftigere gul end Kininforbindelsens. Under Mikroskopet ses tresidede Prismer, dog er det overvejende Antal Krystaller daarligt udviklede.

Til 0,7307 g benyttes til Titration for Antimon 22,13 cm<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Brøkdeler af Tiendedeler Kubikcentimetre er her og i det følgende fremkomne ved Omregning af ikke helt normale Opløsninger.

0,1 n. Jodopløsning og 1,13 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Natriumthiosulfatopløsning = 17,25 % Sb.

0,8057 g gav 1,1589 g  $AgCl = 35,58\%$  Cl, og den af 0,5736 g udviklede Mængde Ammoniak krævede til Neutralisation 16,50 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre = 4,03 % Kvælstof. Saltet var vandfrit.

Beregnet for $C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot 2HCl \cdot SbCl_5$		Fundet
Antimon	17,28 %	17,25 %
Klor	35,78 -	35,58 -
Kvælstof	4,03 -	4,03 -

#### Cinkoninklorhydratantimonpentaklorid.



Bleggult Krystalpulver, der under Mikroskopet ses som prismatiske Søjler.

Til Bestemmelse af Antimon anvendtes til 0,5110 g 15,58 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 1,04 cm<sup>3</sup> 0,1 n.  $Na_2S_2O_3$ -opløsning = 17,08 % Sb. 0,7749 g gav 1,1145 g  $AgCl = 35,58\%$  Cl, og den af 0,5477 g udviklede Mængde Ammoniak krævede til Neutralisation 15,60 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre = 3,99 % Kvælstof.

2,7126 g tabte ved Tørring ved 100° 0,1287 g = 4,75 % Vand.

Beregnet for $C_{19}H_{22}N_2O \cdot 2HCl \cdot SbCl_5 \cdot 2H_2O$		Fundet
Antimon	17,13 %	17,08 %
Klor	35,47 -	35,58 -
Kvælstof	4,00 -	3,99 -
Vand	5,14 -	4,75 -

#### Cinkonidinklorhydratantimonpentaklorid.



Saltet danner smaa lysegule Krystaller, der under Mikroskopet viser sig som rektangulære Tavler. Farven er noget mere gul end Cinkoninforbindelsens.

Til 0,5361 g anvendtes ved Antimonbestemmelsen 16,67 cm<sup>3</sup>

0,1 n. Jodopløsning og 1,09 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-opløsning = 17,44 % Sb.

0,9473 g gav 1,3860 g AgCl = 36,20 % Cl.

0,5230 g gav en til 15,30 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre svarende Mængde Ammoniak = 4,09 % Kvælstof.

1,2651 g taber ved Tørring ved 100° 0,0313 g = 2,48 % Vand.

Beregnet for C <sub>19</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O · 2HCl · SbCl <sub>5</sub> · H <sub>2</sub> O		Fundet
Antimon	17,58 %	17,44 %
Klor	36,41 -	36,20 -
Kvælstof	4,10 -	4,09 -
Vand	2,63 -	2,48 -

#### Morfinklorhydratantimonpentaklorid.



Lysebrune Krystaller, der udskilles i indtil ærtestore, sfæriske Aggregater. Under Mikroskopet viser Saltet sig som tynde, uregelmæssige Tavler, hvis Kanter i Reglen er savtakkede.

Saltet er som foran nævnt ret let opløseligt i saltsyreholdig Vinaand, og Udbyttet er derfor ringe, nemlig circa 50 % af den beregnede Mængde, og ved Henstand af Moderluden afsætter denne ikke yderligere Krystaller; derimod fremkom der, efter at Størstedelen af Vinaanden var frivilligt fordampet, en Del amorft, svagt brunligt Bundfald, hvilket dog ikke nærmere blev undersøgt.

Til 0,5284 g anvendtes ved Antimonbestemmelsen 11,50 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 1,06 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-opløsning = 11,85 % Sb og til 0,5163 g af et andet Præparat 11,32 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 1,08 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-opløsning = 11,90 % Sb. 0,5595 g gav 0,5520 g AgCl = 24,41 % Cl, og af det andet Præparat gav 0,5425 g 0,5355 g AgCl = 24,42 % Cl.

Den af 0,6377 g udviklede Mængde Ammoniak krævede til Neutralisation 12,55 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre = 2,76 % Kvælstof,

0,7240 g af det andet Præparat paa samme Maade 14,20 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre = 2,75 % Kvælstof, og endelig brugte den af 0,5263 g af et tredie Præparat udviklede Mængde Ammoniak 10,30 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre til Neutralisation = 2,74 % Kvælstof.

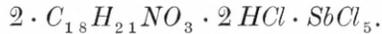
Efter de saaledes fundne Tal, der er indbyrdes overensstemmende, maa Saltet indeholde Vand, efter Beregning 4 Molekuler. Det har dog ikke været muligt at bestemme Vandindholdet direkte. Ved selv flere Dages Henstand ved 100° tabte Saltet kun cirka 2 % i Vægt, medens et Indhold af 4 Molekuler kræver et Vægttab paa 7,11 %; ved Tørring ved 110° dekomponeredes Saltet hurtigt, idet det blev mørkere og antog en grønlig Farve, og vedblev at tabe i Vægt, saaledes at Tabet efter 14 Timers Tørring udgjorde cirka 10 %, uden at Vægten af de i Arbejde tagne Mængder Salt endnu var bleven konstant.

	Beregnet for	Fundet		
		I	II	III
	$2C_{17}H_{19}NO_3 \cdot 2HCl \cdot SbCl_5 \cdot 4H_2O$			
Antimon	11,86 %	11,85 %	11,90 %	—
Klor	24,54 -	24,41 -	24,42 -	—
Kvælstof	2,77 -	2,76 -	2,75 -	2,74 %
Vand	7,11 -	—	—	—

Af en saltsyreholdig, vinaandig Opløsning, der for hvert Grammolekule Morfin indeholdt eet Grammolekule Antimonpentaklorid, udskilte der sig hurtigt et brunt, amorft Bundfald, som set under Mikroskopet dannede lysbrydende, kugleformede Legemer. Ved svag Opvarmning af Væsken opløstes Bundfaldet atter med Lethed og udskilte efter Afkøling i samme Form; heller ikke efter yderligere Tilsætning af koncentreret Saltsyre til den opvarmede Væske blev det efter Afkøling fremkomne Bundfald krystallinsk, men vedblev at bestaa af mikroskopiske, lysbrydende, kugleformede Legemer, ligesom det heller ikke forandrede Udseende ved at henstaa

circa 1 Maaned i den Væske, i hvilken det var fremkommet. Efter at være bleven skilt fra Moderluden gik det saa let i Opløsning i den til Udvaskning anvendte svagt saltsyreholdige Vinaand, at Forsøg paa at udvaske — og dermed altsaa ogsaa nærmere undersøge — Bundfaldet maatte opgives.

Kodeinklorhydratantimonpentaklorid.



Smukke, rødbrune Krystaller, der under Mikroskopet viser sig som uregelmæssige Tavler.

Saltet er tungere opløseligt i saltsyreholdig Vinaand end Morfinforbindelsen, med hvilken det er analogt sammensat.

0,5275 g bruger ved Antimonbestemmelsen 12,00 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 1,09 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Natriumthiosulfatopløsning = 12,41 % Sb.

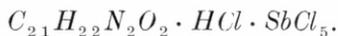
0,7063 g gav 0,7282 g *AgCl* = 25,51 % *Cl*, og 0,5102 g gav ved Gentagelse af Bestemmelsen 0,5268 g *AgCl* = 25,54 % *Cl*.

0,5790 g gav en til 11,90 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Opløsning svarende Mængde Ammoniak = 2,88 % Kvælstof.

Beregnet for $2 C_{18}H_{21}NO_3 \cdot 2 HCl \cdot SbCl_5$	Fundet	
Antimon	12,39 %	12,41 %
Klor	25,66 -	1) 25,51 %; 2) 25,54 %
Kvælstof	2,89 -	2,88 %.

Af en saltsyreholdig, vinaandig Opløsning, der for hvert Grammolekule Kodein indeholdt eet Grammolekule Antimonpentaklorid, udskilte Krystaller, der saavel med Hensyn til Farve som Udseende under Mikroskopet ganske lignede det ovenfor omtalte Kodeinsalt.

Strykninklorhydratantimonpentaklorid.



Forbindelsen danner røde, vægtfyldige Krystaller. Under Mikroskopet ses rhombiske Tavler og korte rhombiske Prismer, hyppigt med afstumpede Kanter.

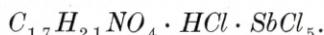
Ved Antimonbestemmelsen anvendtes 21,35 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 0,89 cm<sup>3</sup> 0,1 n.  $Na_2S_2O_3$ -opløsning til 0,6897 g = 17,80 % *Sb* og til 0,5145 g af et andet Præparat 16,27 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 1,04 cm<sup>3</sup> 0,1 n.  $Na_2S_2O_3$ -opløsning = 17,76 % *Sb*.

0,5684 g gav 0,7286 g *AgCl* = 31,71 % *Cl*, og 0,5625 g af et andet Præparat gav 0,7182 g *AgCl* = 31,59 % *Cl*.

Til Neutralisation af den af 0,5787 g udviklede Mængde Ammoniak udkrævedes 17,30 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre = 4,18 % Kvælstof.

Beregnet for $C_{21}H_{22}N_2O_2 \cdot HCl \cdot SbCl_5$		Fundet	
		I	II
Antimon	17,97 %	17,80 %	17,76 %
Klor	31,89 -	31,71 -	31,59 -
Kvælstof	4,19 -	4,18 -	—

#### Kokainklorhydratantimonpentaklorid.



Ved Tilsætning af Antimonpentakloridopløsningen til den saltsure Alkaloidopløsning fremkom der strax et hvidt, amorf Bundfald, som imidlertid let lod sig bringe i Opløsning igen ved Opvarmning af Væsken. Efter dennes Afkøling udskilte Saltet som farveløse, atlasglinsende Krystalskæl, der under Mikroskopet viste sig som tynde, uregelmæssige Tavler.

Til Antimonbestemmelse anvendtes 15,87 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 0,73 cm<sup>3</sup> 0,1 n.  $Na_2S_2O_3$ -opløsning til 0,4816 g = 18,86 % *Sb*.

0,4987 g gav 0,6741 g *AgCl* = 33,44 % *Cl*.

0,5553 g gav en til 8,70 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Opløsning svarende Mængde Ammoniak = 2,19 % Kvælstof.

Beregnet for $C_{17}H_{21}NO_4 \cdot HCl \cdot SbCl_5$		Fundet
Antimon	18,84 %	18,86 %
Klor	33,44 -	33,44 -
Kvælstof	2,19 -	2,19 -

## Koffeinklorhydratantimonpentaklorid.



Gule Krystaller, der, da de er ret letopløselige i saltsyreholdig Vinaand, først fremkom, efter at Væsken ved Henstand i nogle Dage var koncentreret ved frivillig Fordampning. Saltet var, inden det blev skilt fra Moderluden, kraftigt gult, men under Tørringen antog det en bleggul Farve. Under Mikroskopet kunde ikke ses nogen karakteristiske Former.

Til Bestemmelse af Antimon i 0,5201 g anvendtes 19,87 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 0,77 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-opløsning = 22,03 % Sb.

0,6861 g gav 1,0790 g AgCl = 38,91 % Cl.

0,5515 g gav saa meget Ammoniak, som svarede til 40,30 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Svovlsyre = 10,23 % Kvælstof.

1,8359 g tabte ved Tørring ved 100° 0,0656 g = 3,57 % Vand.

Beregnet for $C_8H_{10}N_4O_2 \cdot HCl \cdot SbCl_5 \cdot H_2O$		Fundet
Antimon	21,98 %	22,03 %
Klor	39,01 -	38,91 -
Kvælstof	10,26 -	10,23 -
Vand	3,29 -	3,57 -

## Nikotinklorhydratantimonpentaklorid.



Svagt rosenrøde Naale, der under Mikroskopet viser sig som cylindriske Søjler.

Forbindelsen er let opløselig i saltsyreholdig Vinaand og udkrystalliserede derfor først, efter at Størstedelen af Vinaanden ved Henstand af Væsken var frivilligt fordampet.

Til 0,6806 g anvendtes ved Antimonbestemmelsen 29,96 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 1,08 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Natriumthiosulfatopløsning = 25,46 % Sb. Til 0,7089 g af et andet Præparat brugtes 30,69 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Jodopløsning og 0,77 cm<sup>3</sup> 0,1 n. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-opløsning = 25,32 % Sb.

1,0316 g gav 1,9729 g  $AgCl = 47,36\%$   $Cl$ .

Til Neutralisation af den af 0,6710 g udviklede Mængde Ammoniak medgik  $18,85\text{ cm}^3$  0,1 n. Svovlsyre =  $3,94\%$  Kvælstof og til 0,6990 g af et andet Præparat  $19,75\text{ cm}^3$  0,1 n. Svovlsyre =  $3,96\%$  Kvælstof.

Ved Tørring ved  $100^\circ$  tabte 1,4778 g af det første Præparat  $0,0440\text{ g} = 2,98\%$  Vand og 1,2492 g af det andet Præparat  $0,0355\text{ g} = 2,84\%$  Vand.

Beregnet for	Fundet	
	I	II
$2C_{10}H_{14}N_2 \cdot 4HCl \cdot 3SbCl_5 \cdot 3H_2O$		
Antimon	25,41 %	25,32 %
Klor	47,62 -	—
Kvælstof	3,95 -	3,96 -
Vand	3,81 -	2,84 -

Som det vil ses, er de for Vandindholdet fundne Tal for lave, hvilket maaske skyldes, at Nikotinet iltes under Tørringen. Ved Tørring ved højere Temperatur ( $110^\circ$  à  $115^\circ$ ) bager Saltet sammen og bliver først stærkt rødt og derpaa sort.

De to undersøgte Salte er udkrystalliserede af Opløsninger, der for hvert Grammolekule Nikotin indeholdt henholdsvis eet Grammolekule (Præparat I) og et halvt Grammolekule (Præparat II) Antimonpentaklorid.



## LE GROUPE D'APOLLON SUR LE FRONTON OCCIDENTAL DU TEMPLE DE ZEUS A OLYMPIE.

RÉPLIQUE

PAR

NIELS SKOVGAARD.

**A**u printemps de 1905, j'ai publié un projet de disposition nouvelle des figures du groupe d'Apollon sur le fronton occidental d'Olympie<sup>1</sup>. Depuis ce temps, deux monographies ont paru sur le même sujet. D'abord, M. Georges Treu, tout en maintenant sa propre restauration — à Dresde — comme satisfaisante à tous les égards, a voulu montrer que la disposition des figures proposée par moi est inadmissible<sup>2</sup>. Ensuite, M. Paul Wolters a publié un nouveau projet<sup>3</sup> d'après lequel il faudrait revenir à la toute première restitution (soutenue, d'abord, par Ernest Curtius et, plus tard, par Wolters lui-même), avec cette modification pourtant que le groupe du Centaure enlevant le jeune garçon serait placé dans la partie gauche du fronton et le groupe du Centaure mordant et du lapithe dans la partie droite.

<sup>1</sup> Apollon-Gavlgruppen fra Zeus-Templet i Olympia. Copenhague 1905. En commission chez Lehmann & Stage.

<sup>2</sup> Olympische Forschungen I. Skovgaards Anordnung der Westgiebelgruppe vom Zeustempel. Des XXV. Bandes der Abhandlungen der philologisch-historischen Klasse der Königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften No. III. Leipzig. B. G. Teubner, 1907.

Pour l'étude du présent mémoire il est nécessaire d'avoir sous les yeux le mémoire de Treu et mon premier mémoire, cité ci-dessus.

<sup>3</sup> Sitzungsberichte der Königl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-philologische und historische Klasse. Jahrgang 1908, 7. Abhandlung. Der Westgiebel des olympischen Zeustempels. München. In Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Au début de sa monographie, Wolters s'occupe de mon projet. Contrairement à Treu, Wolters serait disposé, évidemment, à l'approuver au point de vue artistique; mais il s'est laissé convaincre par les objections techniques que Treu a formulées contre la disposition proposée par moi, et il l'a abandonnée, quoique à regret. Je me propose maintenant de montrer que les objections de Treu ne sauraient ébranler sérieusement mon projet, qu'elles ne sont fondées que pour quelques points secondaires, et qu'il a tort quant au point principal. Peut-être pourrai-je espérer obtenir ainsi l'assentiment de Wolters, de même que j'ai déjà obtenu celui de Furtwängler<sup>1</sup> et de Lermann<sup>2</sup>. La conception artistique de Wolters, en effet, s'accorde mieux avec la mienne que celle de Treu; comme moi, il ne saurait se résigner à accepter, dans la disposition de Dresde, plusieurs péchés contre les lois de la beauté, et contrairement à Treu il ne se laisse pas arrêter par la règle d'après laquelle la hauteur des figures diminuerait continuellement depuis le milieu du fronton jusqu'aux angles<sup>3</sup>. Mais Wolters n'entend pas accorder la prépondérance à la conception artistique. Il s'efforce même, — sans y réussir entièrement, selon moi — de la laisser de côté. J'accorderai volontiers qu'il y a des points dont on ne saurait juger que selon notre goût, ou plutôt, selon l'idée que nous nous faisons du goût des Grecs, sur lequel nous avons heureusement certaines données. D'autre part, une disposition des groupes incompatible avec les faits techniques ne saurait être admise; mais si j'ai imaginé une disposition qui s'accorde avec les exigences de la beauté, et si, après avoir étudié scrupuleusement les faits, j'ai pu constater que ces faits, loin de s'opposer à mon arrangement, s'accordent avec lui et le confirment, je suis en droit, je pense, de croire que j'ai raison.

<sup>1</sup> Ägina, p. 310, n. 1; p. 326, n. 1, fig. 263.

<sup>2</sup> Altgriechische Plastik, p. 220 s.

<sup>3</sup> Ol. Forschungen, p. 14. Cf. Wolters, o. c. p. 10.

Après avoir discuté sommairement mon projet, Wolters s'attaque à la disposition des figures dans la restauration de Dresde. Sa critique de cette disposition est excellente à beaucoup d'égards, ainsi que son argumentation contre les preuves alléguées par Treu en sa faveur. J'exprime ici à M. Wolters mes remerciements pour cette critique, la restauration de Dresde étant encore aujourd'hui l'obstacle le plus important à la vraie intelligence de la question. Mais d'ailleurs je dois avouer que le projet de Wolters lui-même ne me paraît pas avoir les qualités indiscutables que possède, malgré tout, la restauration de Dresde. Je trouve la disposition des figures proposée par Wolters plus belle que celle de Dresde, mais, malheureusement tout à fait impraticable, à mon avis. Je n'aurai garde, d'ailleurs, de développer plus amplement mes autres objections contre le projet de Wolters; je n'insisterai que sur une seule chose mais qui est essentielle: la figure de Thésée (*M*) ne saurait tenir sous la corniche, pas plus, probablement, que celle de Peirithoos (*K*). A Wolters de nous présenter une restitution dans laquelle la hauteur de ces deux figures ne dépasse pas la mesure qui pourra leur être accordée dans la partie du fronton où il prétend les placer. Éluder ce point capital en alléguant l'insuffisance des restes conservés de ces figures, est un procédé qui ne saurait nous satisfaire. Dans mon projet, Thésée mesure (jusqu'au coude droit) 2 m. 70, à Dresde 2 m. 65<sup>1</sup>/<sub>4</sub>. Je ne vois pas le moyen de réduire beaucoup, dans la restitution des figures, cette dernière mesure, et encore ne saurait-on faire toucher le coude à la corniche supérieure. Mais la hauteur du tympan à l'endroit où Wolters place la figure ne mesure qu'environ 2 m. 48. A Wolters donc de montrer comment on doit y placer la figure; sans cela, nous ne saurions croire à la possibilité de la réalisation de son projet<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Sur la planche qui accompagne le mémoire de Wolters, la figure est plus avancée par rapport à la partie postérieure du centaure (*N*)

Je vais maintenant discuter les objections de Treu. Mais avant d'entrer dans la discussion, et quoique je ne puisse lui donner raison que sur des points secondaires, je tiens à le remercier de sa critique. Nous désirons, lui autant que moi, que ce délicieux groupe antique devienne accessible à nos contemporains sous la forme la meilleure et la plus pure, et le meilleur moyen d'y réussir, c'est la libre discussion des opinions différentes.

Malheureusement, Treu ne s'est pas contenté d'attaquer mon projet et de défendre la restauration de Dresde; il a fait, en outre, une tentative d'arrangement des moulages qui, loin de contribuer à la solution du problème, risque de dérouter les lecteurs qui n'ont pas assez approfondi la question. Il a changé l'ordre des moulages de Dresde suivant la disposition que j'ai proposée, mais sans faire, dans les positions des figures en question, les modifications dont j'avais indiqué en même temps la nécessité. Par ce compromis entre sa propre disposition et la mienne il n'a réussi qu'à produire un résultat tout simplement absurde. Les figures sont placées à tort et à travers et dépassent la corniche. Je ne comprends pas pourquoi Treu s'est donné tant de peine, puisque ce compromis monstrueux ne prouve rien contre mon projet. Néanmoins Treu a dû croire qu'il prouvait quelque-chose; lorsqu'il discute mon groupement du lapithe étranglant le centaure (*PQ*) et du centaure galopant (*N*), il écrit en effet qu'une de ses photographies „montre l'aspect des moulages disposés selon le projet de Skovgaard“<sup>1</sup>, et plus loin, en parlant de la figure du jeune garçon, il écrit encore qu'un de mes dessins montre „comment il (c: Skovgaard) se représente cela“, c. à. d. le groupement du

que ne le comportent les motifs allégués par Treu pour le groupement de ces figures. Or, ces motifs ayant dû convaincre Wolters puisqu'il donne ici raison à Treu contre moi, il faut attribuer cette disposition à une imperfection du dessin de Wolters et non pas à une opinion bien réfléchie.

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 8, l. 18.

jeune garçon, du centaure et de la femme (*FGR*)<sup>1</sup>, tandis qu'au contraire deux des dessins de Treu montrent l'aspect véritable d'un tel arrangement des figures. L'expression de Treu „comment il se représente cela“ donne probablement l'explication de son singulier procédé. Il aura dû croire que je n'avais pas travaillé à l'atelier, avec les moulages eux-mêmes; il n'aura pu s'imaginer que j'avais eu moi-même les moulages placés et combinés selon l'arrangement que je propose, avec les suppléments nécessaires, puisqu'il a négligé, lui, d'essayer sérieusement et sincèrement la disposition que je propose, disposition que, d'avance, il aura cru impossible. Mais s'il en est ainsi, il reste difficile de comprendre l'intention qu'aura eue Treu en faisant son arrangement d'essai, qui ne saurait rien prouver par lui-même puisqu'il est fondé uniquement sur des assertions, à savoir: 1<sup>o</sup>) qu'il est inadmissible d'élever la partie postérieure du corps du centaure galopant (*N*) en allongeant les jambes de derrière, et 2<sup>o</sup>) qu'il est également inadmissible de relever le jeune garçon (*F*) de l'attitude agenouillée et de le mettre debout. Si ces deux assertions sont fondées, l'essai de Treu — où n'entrent pas mes deux modifications — est tout à fait inutile, puisque j'ai expliqué justement que ces modifications étaient nécessaires pour l'exécution de mon projet. Ce sont ces deux assertions, — dont Treu, dans le mémoire cité, s'efforce de montrer la justesse, — qui feront l'objet de notre discussion. Aussi tâcherai-je de les éclaircir autant qu'il m'est possible, tout en regardant comme m'étant indifférentes les absurdités que montrent quelques-unes de ses photographies qui reproduisent son arrangement d'essai.

L'objet principal de mon projet, à savoir la suite et l'ordre des figures, est si intimement lié à la validité ou à la nullité de ces assertions que si Treu a raison, mon groupement est inadmissible. A cet égard, cependant, je me sens absolument sûr, tandis que sur quelques autres points — étrangers à la

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 11, l. 31.

question de la suite des figures — je dois avouer que je me suis trompé.

Treu paraît croire que mon essai avec les moulages, base de mon projet, n'a pas été exécuté assez scrupuleusement. J'aurais dû mentionner peut-être expressément et avec plus de détail ce travail assez grand qui, je l'ai dit, fait la base de mon projet, au lieu de l'indiquer légèrement et en passant,

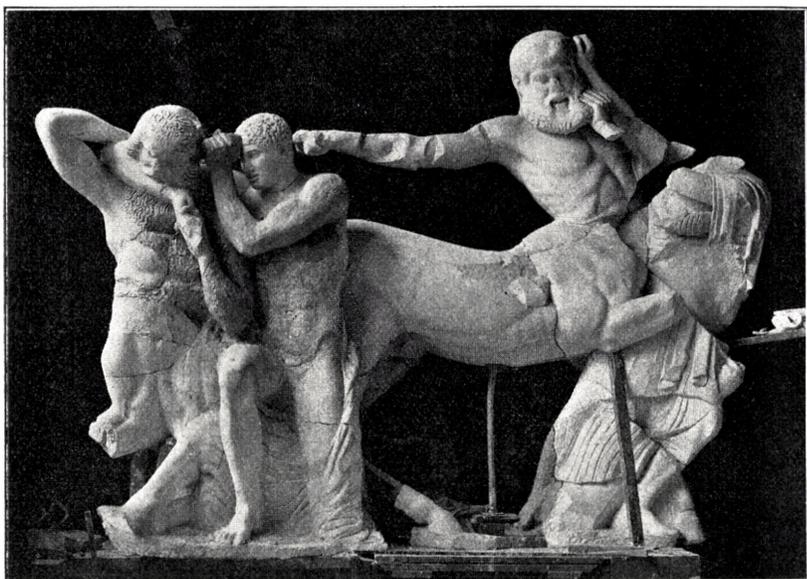


Fig. 1. *PQ, NO.*

lorsque j'exprime ma gratitude envers la direction de la fondation Carlsberg qui m'avait accordé les moyens nécessaires pour la tentative. Si je m'étais exprimé avec plus de précision, Treu aurait fait, peut-être, un essai sérieux avec mon groupement. Or il croit, entre autres choses, que c'est faute d'un cadre du tympan que je ne me suis pas aperçu que le centaure (*G*) emportant le jeune garçon ne saurait tenir, dans mon projet, sous la corniche. Comme s'il était impossible de mesurer la hauteur d'une figure si elle n'est pas encadrée! D'ail-

leurs c'est seulement en tenant, comme le fait Treu, le milieu entre mon groupement et le sien, que la figure devient trop grande. Non, je n'ai pas travaillé si nonchalamment. Les groupements que je propose de *PQ*, *NO* et de *HI*, *FG*, je les ai vus, je les ai placés, en réalité, devant moi, et j'y ai ajouté, modelé par moi-même, ce qui manquait, voir les gravures no. 1 et 2 (photographies de ma reconstruction d'essai)<sup>1</sup>.

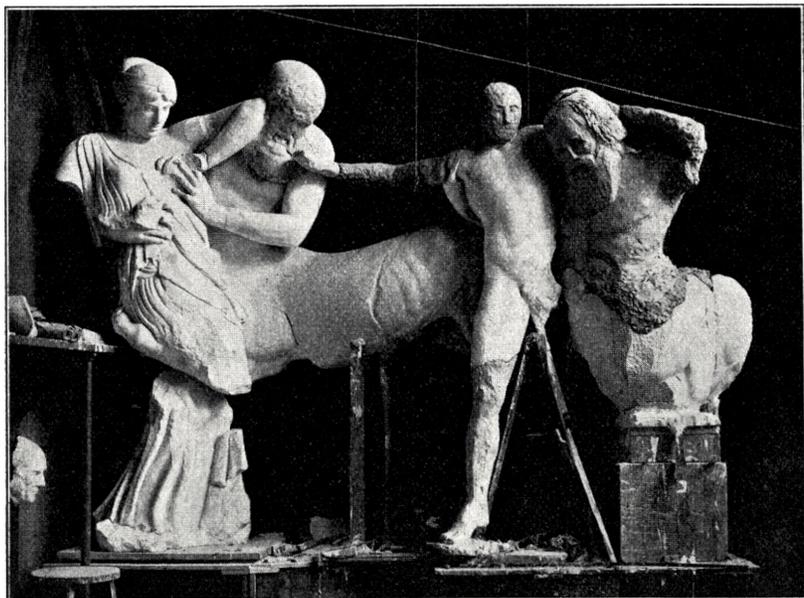


Fig. 2. *HJ*, *FG*.

Le centaure ravisseur (*G*) mesurait alors 2 m. 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, tandis qu'il aurait dû mesurer 2 m. 32<sup>1</sup>/<sub>2</sub> pour toucher la corniche. Et pour compter avec toutes les éventualités, je me suis adressé à M. S. Lemcke, architecte, qui a étudié spécialement l'architecture grecque et qui a mesuré la courbure de la

<sup>1</sup> En dessinant le groupe entier du fronton, je me suis aperçu que les groupes en question devaient être plus rapprochés du milieu du fronton que je ne l'avais cru d'abord. C'est pourquoi la corde qui marque, dans la fig. 2, la hauteur du tympan est suspendue trop bas.

corniche du Parthénon, pour savoir s'il pouvait être question d'une courbure semblable pour la corniche du temple de Zeus à Olympie. Si cela était, on aurait d'autres mesures pour le tympan que celles que donneraient des lignes droites. M. Lemcke, cependant, m'a répondu que le cas était très peu vraisemblable, après quoi je m'en suis tenu aux mesures données dans „Olympia“ III, p. 116, mesures qui correspondent à peu près à celles que j'avais trouvées moi-même en mesurant la ruine<sup>1</sup>.

Je passe maintenant à la discussion des deux assertions de Treu, de la validité ou de la fausseté desquelles dépend la question de savoir si la suite des figures proposée par moi est inadmissible ou admissible.

La première assertion: qu'il n'est pas permis d'allonger les jambes de derrière du centaure *N*, concerne ma disposition même des quatre figures du groupe

*PQ, NO.*

S'il est inadmissible d'allonger les jambes de derrière du centaure galopant (*N*), le groupe du centaure mordant le lapithe (*PQ*) ne saurait être placé avec lui.

Je vais montrer d'abord que rien ne s'oppose à l'allongement du pied droit de derrière du centaure galopant de façon qu'elle devienne beaucoup plus longue que celle de la restauration de Dresde. Je donnerai ensuite les raisons qui m'ont induit à proposer cet allongement. Je ne dis rien de la jambe gauche qui manque tout à fait.

Treu écrit que l'attitude abaissée du corps du centaure est „entièrement assurée par les fragments trouvés de la jambe droite de derrière et par la position de celle-ci“<sup>2</sup>, et que „les

<sup>1</sup> En 1895, lorsque j'étais à Olympie, l'angle de la corniche, si important pour l'éclaircissement de la question, se trouvait auprès de la ruine. S'il en est ainsi encore aujourd'hui, le fait me paraîtrait impardonnable

<sup>2</sup> Ol. Forsch. p. 5, l. 15.

fragments ou bien s'adaptent les uns aux autres ou bien ont dû se toucher<sup>1</sup> et encore, que trois sculpteurs „qui sont parmi les meilleurs connaisseurs en fait de chevaux“ ont déclaré qu'il était „absolument impossible d'allonger de 13 à 15 cm., comme le veut Skovgaard, la partie inférieure de la jambe qui est déjà assez longue“<sup>2</sup>, et il suppose que je n'ai pas remarqué les fragments conservés de la jambe<sup>3</sup>.

Je répondrai à cela que j'ai connu et scrupuleusement examiné les moulages de ces fragments. Il y a 5 fractures; pour les deux fractures supérieures, les cassures s'adaptent ainsi que pour la fracture traversant le talon. Ici, donc, aucun allongement n'est possible. Quant à la troisième fracture d'en haut et à la fracture inférieure qui traverse le pied, il y manque trop pour qu'il soit possible de conclure que les fragments se touchaient. Cela, Treu n'ose pas le prétendre non plus. Il se borne à dire que les fragments ou bien s'adaptent . . . ou bien ont dû se toucher („teils müssen sie sich berührt haben“). Par cette expression il laisse entendre sans doute que l'on ne saurait rien conclure de décisif de l'examen des cassures.

Si donc le caractère des cassures ne s'oppose pas à l'allongement de la jambe, tant du tibia que du pied, on pourrait croire pourtant que la forme de la jambe ferait obstacle. A mon avis, cependant, il n'en est rien, et Treu n'en dit rien non plus. Il n'est guère douteux qu'il ait senti l'insuffisance des données que les cassures peuvent nous fournir, puisqu'il a demandé aux trois sculpteurs de lui dire, d'après ce qu'ils savaient de la structure du cheval, leur opinion sur la possibilité d'allonger, autant que mon projet l'exige, les jambes de derrière du centaure.

Ici, je ferai observer d'abord que le témoignage de Madame

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 5, l. 20.

<sup>2</sup> Ibid. l. 27.

<sup>3</sup> Ibid. p. 6, l. 5.

Carl Nielsen, une des trois personnes dont Treu a demandé l'avis, ne saurait guère appuyer son assertion. Et voici pourquoi. Lorsque je travaillais avec les moulages du centaure en

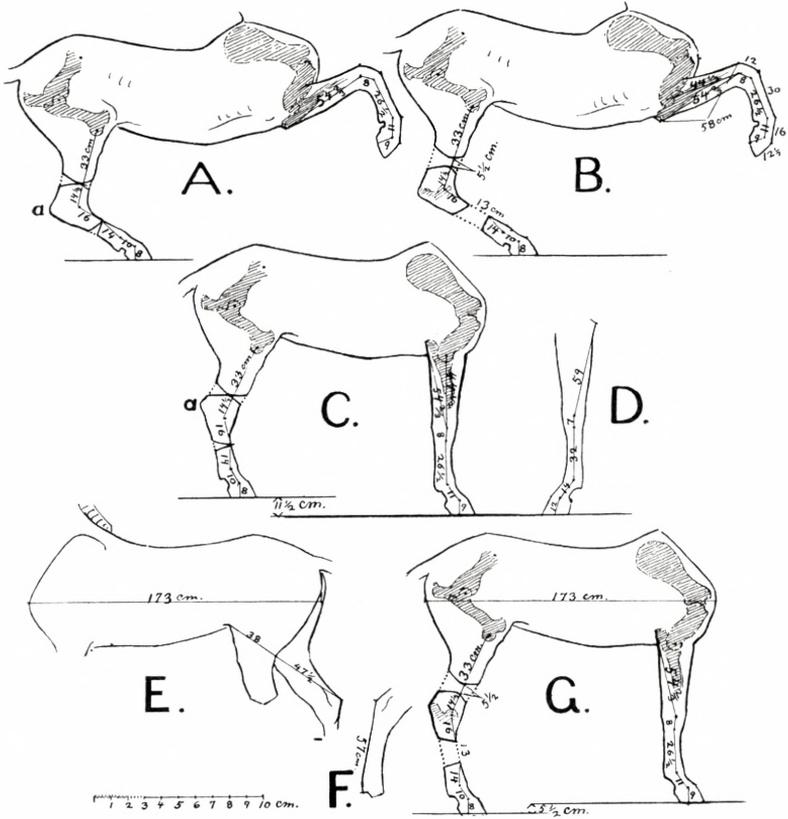


Fig 3. A. Le centaure N, d'après la restauration de Dresde. B. Le centaure N, d'après la restitution de Skovgaard. C. Le centaure N, debout, d'après les mesures de la restauration de Dresde. D. Jambe gauche de devant du centaure G, d'après les mesures de Dresde. E. Cheval no. 2 du côté droit du fronton oriental. F. Jambe droite de derrière du centaure S. G. Le centaure N, debout, d'après les mesures du projet de Skovgaard.

question — en vue de mon projet — pour découvrir sa vraie position et pour fixer la vraie longueur de la jambe, c'est Madame Carl Nielsen qui m'a encouragé à allonger la jambe, même au-delà de ce que j'avais cru pouvoir faire. D'après

elle, la longueur de la jambe, même excessive, comparée à celle des véritables chevaux, conviendrait au style. C'est seulement plus tard, dans ses conversations avec Treu, qu'elle a cédé devant l'opinion de celui-ci, d'après laquelle les fragments montreraient qu'ils s'adaptaient l'un à l'autre<sup>1</sup>.

D'ailleurs, quant à l'allongement de la jambe, je ne l'ai pas proposé uniquement parce que j'en avais besoin. J'ai examiné et mesuré les proportions tant des chevaux vivants que des chevaux représentés dans bon nombre d'oeuvres d'art grecques. Pour celles-ci, les jambes longues y sont fréquentes — voir, entre autres, les deux peintures de vase reproduites dans le mémoire de Treu<sup>2</sup>. Spécialement j'ai mesuré les restes conservés des jambes des chevaux du fronton oriental d'Olympie (voir fig. 3 *E*), mais surtout le pied de devant du centaure lui-même. Pour me rendre compte du rapport entre le pied de devant et le pied de derrière de celui-ci, je les ai mesurés encore une fois, très scrupuleusement, et j'ai tâché, au moyen d'images anatomiques du cheval, de reconstruire le corps du cheval dans l'attitude dressée, la jambe ayant soit la même longueur qu'à Dresde soit celle de mon projet. Dessiner comme je l'ai essayé (v. fig. 3 *A* et *B*) les os du bras et de la cuisse en connexité organique avec le corps en question que l'artiste lui-même n'aura pas exécuté avec une correction parfaite, est chose impossible si l'on demande une entière exactitude, mais on pourra arriver, par cette voie, à évaluer approximativement la longueur de la jambe. Le résultat de mes recherches, c'est, comme le montrent les fig. 3 *C* et *G*, que si la jambe de derrière doit correspondre à celle de devant, la jambe de Dresde est d'environ 11 cm.  $\frac{1}{2}$  trop courte et celle de mon projet de 5 cm.  $\frac{1}{2}$  trop longue<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Voir plus loin, p. 74.

<sup>2</sup> Ol. Forsch. pl. II, no. 7 et 8.

<sup>3</sup> Pour montrer la longueur démesurée que j'aurais attribuée à la jambe, Treu a reproduit (pl. II, 11) une des figures insérées dans le texte de mon mémoire. Mais cette figure est destinée seulement à expliquer comment

La jambe du centaure, à Dresde, est donc, comme mes recherches paraissent le montrer, plus courte qu'elle ne devait l'être normalement, mais en outre mes recherches m'ont permis de diagnostiquer l'infirmité qui s'appelle le capelet. Le jarret a été fait trop long (voir les figg. 3 *A<sup>a</sup>* et *C<sup>a</sup>*). Cela vient sans doute de ce que celui qui a modelé et ajouté les parties absentes de la jambe a senti vaguement que la jambe, en réalité, était devenue trop courte. Dans la position inclinée, le capelet fait paraître la jambe plus longue.

Pour faciliter la comparaison, j'ai fait reproduire (fig. 3) un des chevaux du fronton oriental<sup>1</sup> et la jambe droite de derrière du centaure *S*<sup>2</sup>. On y verra que la jambe si controversée de *N*<sup>3</sup> a, dans mon projet, la même longueur à peu près que celles-là. En outre la jambe de devant du centaure *G*<sup>4</sup> est reproduite, en attitude dressée, d'après les mesures que présente dans la restitution de Dresde cette jambe presque entièrement nouvelle. Cette jambe dépasse en longueur celles des autres chevaux du fronton beaucoup plus que la jambe dont Treu me reproche la longueur.

Si j'ai tant parlé de mes recherches sur les proportions de la jambe, c'est seulement parce que Treu y a tant insisté. En réalité, ce point ne saurait rien décider. Il est évident que si l'artiste a négligé, sur d'autres points du fronton, les vraies proportions, parce qu'il en avait besoin<sup>5</sup>), il nous est impossible de savoir si, en restituant cette jambe avec les proportions normales, nous avons bien fait; — elle aura pu être ou

*Q* et *N* vont ensemble, et si la jambe y apparaît si excessivement longue, c'est que je n'avais pas de distance lorsque j'ai fait le dessin. Par la même raison j'ai dû renoncer à donner une reproduction de la liaison du corps du jeune garçon (*F*) aux reins du centaure (*J*).

<sup>1</sup> V. fig. 3 *E*.

<sup>2</sup> V. fig. 3 *F*'.

<sup>3</sup> V. fig. 3 *G*.

<sup>4</sup> V. fig. 3 *D*.

<sup>5</sup> Le bras droit du lapithe *Q*!

plus courte, comme le veut Treu, ou plus longue, comme je l'ai proposé. Laquelle des deux opinions est la vraie, c'est ce qui sera décidé par d'autres raisons et non pas par une discussion sur les proportions normales d'un cheval. Je vais maintenant exposer les raisons qui m'ont porté à donner à la jambe la longueur que j'ai proposée<sup>1</sup>: 1<sup>o</sup> Parce que la jambe et les reins du centaure *N* s'adapteront à merveille au dos du lapithe *Q* (ce qui rend possible la suite des figures qui, à mon avis, est la seule raisonnable). 2<sup>o</sup> Parce qu'ainsi

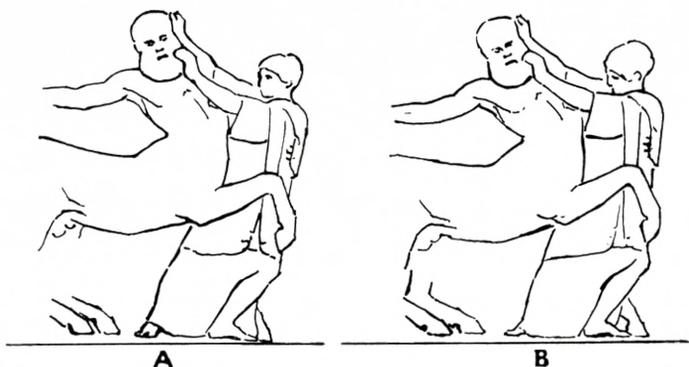


Fig. 4. *A.* La femme *O*, d'après la disposition de Skovgaard.  
*B.* La même, d'après la restitution de Dresde.

la partie postérieure du centaure sera à la même hauteur que celle du centaure *J* du côté droit du fronton, et que le bras droit du centaure *N* se trouvera élevé, de façon que la main soit plus visible. 3<sup>o</sup> Parce que la femme *O*, attachée au centaure *N*, prendra en même temps une attitude plus oblique. — Que son attitude doit être plus oblique, j'en suis absolument convaincu; alors seulement on peut restituer d'une manière satisfaisante la partie inférieure (disparue) de la jambe droite, puisque, maintenant, il devient possible de faire lever à cette femme le talon droit (voir fig. 4 *A*). Ceci, joint à l'attitude

<sup>1</sup> A présent je serais pourtant disposé à rendre la jambe un peu plus courte.

plus oblique — correspondante à la ligne oblique de l'attitude de la femme *H* du côté droit, causée par la jambe droite fortement avancée — donne l'envol nécessaire à son mouvement de fuite (comp. les figg. 4 *A* et *B*).

Restituer cette figure (*O*) d'une manière plus satisfaisante au point de vue de son mouvement est une chose si importante, que cette disposition du groupe — même en plaçant, avec *Treu*, *Thésée* (*M*) dans le groupe — serait préférable. Si, cependant, on faisait ce changement dans la restauration de *Dresde*, la conséquence en serait que la femme serait frappée à la nuque par le coude de la figure suivante (*P*), et en outre le rapport entre le centaure et *Thésée* serait si fortement dérangé que l'une des preuves principales de *Treu*: le rapport entre les reins du cheval et les parties de la cuisse de *Thésée* qui ont été enlevées par le ciseau, en deviendrait caduque. Car en donnant à la femme *O* une attitude plus oblique, on élève en même temps la partie postérieure du centaure *N*, puisque les deux figures ont été faites du même bloc de marbre. Mais alors il devient nécessaire d'allonger les jambes de derrière du centaure, puisque, autrement, elles ne toucheraient pas la terre.

J'espère avoir démontré, maintenant, que c'est après mûre réflexion et non pas „par un caprice“ que j'ai allongé les jambes de derrière du centaure galopant (*N*) et élevé la partie postérieure de son corps de manière à pouvoir placer ce corps derrière le dos du lapithe (*Q*) qui étrangle le centaure *P*, et je crois avoir bien fait en opérant ce changement dans l'attitude et dans les proportions de la figure. Cela, d'ailleurs, était nécessaire pour ma restitution; autrement, je l'avoue, il n'y aurait pas assez de place sur la corniche, et il serait impossible de placer le support de la jambe de derrière du centaure *N* dans le creux demi-circulaire auprès du tibia gauche du lapithe *Q*. Si, au contraire, nous élevons le corps

du centaure, le rapport entre celui-ci et le dos du lapithe est si évidemment juste, que j'y vois une confirmation décisive de mon projet, surtout si l'on regarde la manière analogue dont s'adapte le dos du jeune garçon *F* au corps du centaure *J*, correspondance voulue sans doute et non pas fortuite. L'affirmation de Treu, que „le centaure (*N*) poserait le pied à côté du creux“<sup>1</sup> de la plinthe — auprès de *Q*, n'est pas fondée. La jambe ou, pour mieux dire, le support de la jambe donnera certainement juste dans le creux; seulement il faut, pour cela, que le corps du centaure soit un peu plus incliné vers le mur du fond qu'il ne l'est à Dresde<sup>2</sup>.

Je ne saurais donc attribuer aucune importance à l'objection de Treu contre l'allongement de la jambe du centaure *N*. Il en est de même d'une autre objection qu'il oppose à ma disposition du lapithe *Q* devant le centaure *N*. Il dit<sup>3</sup> que le trou dans le dos du lapithe, aménagé pour y mettre le bout de l'étau horizontal allant jusqu'au mur du fond du tympan, est creusé de manière à ce que l'étau, partant droit de là pour être appliqué contre le mur, traverserait le corps du centaure *N*. Quoique sa photographie<sup>4</sup> soit bien trompeuse, puisque l'étau ne toucherait pas le point indiqué par les deux lignes blanches, mais beaucoup plus en arrière, ainsi que montre sa projection horizontale du fronton<sup>5</sup>, il a raison pourtant en disant que l'on ne saurait diriger un étau partant du trou (dont il reste des traces) dans le dos du lapithe et allant à la muraille du fond. Mais il n'y a là rien d'étrange. En

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 8, l. 14.

<sup>2</sup> Il en serait de même si, au lieu de cela, on faisait incliner un peu plus en avant le lapithe *Q*. Mais ce serait probablement une erreur, puisque la plinthe du lapithe devait alors être élevée au moyen de coins placés sous le côté de derrière de la plinthe. Si une correction pareille a été faite, ou non, dans les frontons, c'est ce que nous ne savons pas, mais cela ne me paraît pas probable.

<sup>3</sup> Ol. Forsch. p. 8, l. 19.

<sup>4</sup> Ol. Forsch. pl. II, 13.

<sup>5</sup> Ol. Forsch. pl. I, 2.

réalité, les figures ont été achevées dans le chantier où elles étaient accessibles à l'artiste de tous les côtés, particulièrement quant aux parties de derrière qui seraient à peu près inaccessibles une fois les groupes placés dans le tympan. De là il faut conclure que le trou en question a été creusé avant la disposition des figures dans le tympan et avant le rapprochement après coup de quelques-uns des groupes, rapprochement dont les parties enlevées avec le ciseau (nachträgliche Abmeisselungen) font témoignage<sup>1</sup>. Or, le creux demi-circulaire dans la plinthe auprès de *Q* ayant une profondeur de 11 cm.  $\frac{1}{2}$ , cette mesure doit indiquer le minimum de déplacement du groupe *PQ* devant *N*, et rien ne s'oppose à supposer un déplacement de 13 cm., distance qui correspond à celle du déplacement qui, d'après mon projet, est devenu nécessaire. Dans le premier projet de l'artiste, le corps du centaure n'a donc pas fait obstacle à l'étau horizontal; l'obstacle est né seulement du rapprochement de ces groupes qui a rendu inutile le trou creusé dans le dos de *Q*. Ce serait plutôt la queue du cheval qui à l'origine aurait pu faire obstacle à l'application de l'étau<sup>2</sup>. Mais l'inégalité qui apparaît, en général, dans l'exécution des figures du fronton (ainsi, quelques parties, visibles au chantier mais non dans le tympan, ont été achevées entièrement, tandis que, le plus souvent, on s'est borné à dégrossir seulement les parties non visibles) dénonce une certaine absence de méthode dans le travail. Pareillement, le trou en question a été creusé avant que l'on se fût aperçu qu'il était un peu trop haut placé. Or, le rapprochement des deux groupes ayant rendu le trou inutile, on en aura creusé un nouveau à côté, dans la partie du dos qui n'existe plus, et

<sup>1</sup> Jahrb. des archäol. Inst. X, p. 20.

<sup>2</sup> Elle ne ferait pas obstacle si la partie de derrière du corps du centaure était aussi élevée que je l'ai indiqué dans mon „projet“. Mais, comme je viens de le dire, p. 69, n. 1, je suis disposé, maintenant, à croire que cette élévation est un peu trop grande.

le creusement de ces deux trous aura causé le démembrement de cette partie de la figure<sup>1</sup>. Ou bien faut-il supposer que la figure *Q* ait été appuyée d'une manière entièrement différente, après le rapprochement? Et le grand creux de la partie de derrière de la cuisse gauche de *Q* entrerait-il dans ce système d'appui? En tout cas, l'explication que Treu en donne<sup>2</sup> ne me paraît pas satisfaisante. Opposera-t-on contre la supposition du rapprochement que le support sous la jambe allongée du centaure *N* serait alors visible d'après le premier projet de l'artiste? Mais cette objection est sans fondement. Les figures ayant été peintes, il aura été facile, au moyen de la couleur, de dissimuler le support.

Le rapprochement que trahissent les parties enlevées par le ciseau et qui aura été fait les figures une fois placées dans le tympan, a été expliqué ainsi par Treu: il déclare qu'autrement les figures ne sauraient trouver place dans le tympan<sup>3</sup>. Cette explication me paraît erronée. Que l'artiste ait sculpté les figures sans avoir examiné si elles pouvaient trouver place ou non, et que ce soit seulement pendant le groupement des figures qu'il se soit aperçu de son erreur, voilà qui est très peu probable. Il est très possible qu'il ait travaillé d'après une ébauche en relief et qu'ainsi les proportions du corps aient été parfois faussées, mais cela n'aura pas pu l'empêcher de mesurer la place que devaient occuper les figures. On ne saurait supposer une erreur aussi grave, et il faut attribuer certainement le rapprochement à des raisons artistiques. Du moment où l'on aura vu le groupe placé là-haut dans le tympan, c. à. d. d'un autre point de vue et à une grande distance, on aura désiré quelques changements et

<sup>1</sup> Comparer les remarques de Treu sur les cassures de la figure de Thésée, Ol. III, p. 77.

<sup>2</sup> Ol. III, p. 82 (comme ayant été taillé pour rajuster la surface déformée de la figure, „eine Stückungsleere“).

<sup>3</sup> Jahrb. X, p. 20.

on aura rapproché du milieu du fronton les groupes *PQ* et *FG*. Cela aura causé le creux dans la plinthe auprès de *Q*; on aura enlevé par le ciseau une partie des reins du centaure; on aura modifié la manière d'appuyer le lapithe *Q*; on aura fait une incision dans la main droite du jeune garçon *F*, et les doigts de la main droite du centaure *N* ont été dissimulés par la tête du lapithe *Q*. On aura sacrifié l'aspect de ces doigts à l'effet de l'ensemble du fronton, comme on a sacrifié, dans le fronton oriental, l'aspect de l'admirable torse de Pélops — le plus beau des deux frontons — en le revêtant, pour plus d'ampleur, d'une armure<sup>1</sup>.

Treu fait observer<sup>2</sup> que mon projet dissimule la main du centaure *N* encore plus que la restauration de Dresde. C'est que l'arrangement d'essai qu'il a entrepris ne suit qu'à moitié les indications données par moi. La photographie de sa pl. II, 10 résulte de ce qu'il s'est borné à placer le centaure *N* derrière le lapithe *Q* sans élever le corps du centaure; s'il avait fait cela, la main elle-même serait visible.

J'avais terminé l'exposé des raisons qui m'avaient conduit à allonger la jambe de derrière du centaure *N*, lorsque Madame Carl Nielsen m'a fourni une raison contre cet allongement, raison plus positive que celle que lui prête Treu (voir p. 65). C'est après la publication des objections de Treu contre mon projet qu'elle a examiné, avec ce savant, les moulages de Dresde. D'après elle, une veine du côté intérieur de la jambe montrerait que là où j'ai ajouté l'allonge supérieure, les fragments devraient nécessairement se toucher, ainsi qu'on le voit à Dresde<sup>3</sup>. Cette raison est claire et positive, mais j'avoue

<sup>1</sup> Ol. III, p. 48.

<sup>2</sup> Ol Forsch. p. 5, l. 12.

<sup>3</sup> Les propos de Mme Carl Nielsen ne sauraient porter sur l'autre allonge que j'ai ajoutée, c'est à dire à la fracture inférieure, puisqu'il n'y a ici aucune veine — et pourtant c'est ici que j'ai le plus allongé la jambe.

qu'elle me paraît tout à fait insoutenable. Pour savoir ce qui en est, j'ai réuni les fragments et j'ai modelé et ajouté (en plâtre obscur) ce qui manquait, et voici le résultat : la veine continue de manière normale en passant par le morceau ajouté ; et puisqu'elle suit le sens longitudinal de la jambe, elle ne saurait montrer, d'ailleurs, qu'il ne manque rien ici ; on ne saurait, au moyen d'elle, déterminer la longueur de la jambe. La figure 5 montre le côté intérieur de la jambe et le cours de la veine ; la jambe est reproduite avec la longueur que je suis disposé maintenant à lui attribuer : la partie supérieure de la jambe a été allongée de 4 cm. et la partie inférieure de 9 cm. au-delà des mesures de Treu.

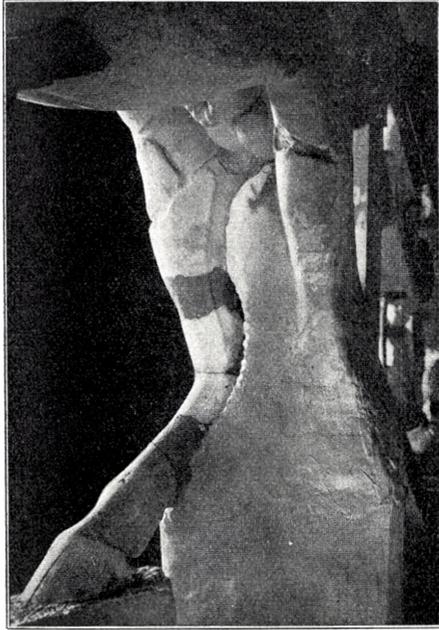


Fig. 5.

Pour appuyer les preuves qu'il tire des figures elles-mêmes, Treu a cité deux peintures de vase<sup>1</sup> qui représentent Hercule

en combat avec un centaure, à peu près comme Thésée dans la restauration de Dresde. Ces peintures, naturellement, ne sauraient rien prouver de décisif, et Treu ne le dira pas non plus. Mais elles montrent qu'un artiste grec, au moins un artiste de rang inférieur, pouvait poser un combattant si près de son adversaire que les coups de celui-là ne pouvaient pas atteindre celui-ci, et d'ailleurs je ne doute pas qu'un artiste, même de premier rang comme le maître du groupe d'Apollon,

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 6, l. 34.

ne pût faire la même chose, si l'effet des lignes de la composition l'exigeait. S'il pouvait le faire même sans ce motif, je ne saurais le dire. — Peut-être les peintures en question nous présentent-elles aussi un type de représentation de ce sujet, mais si le groupe de Thésée du fronton d'Olympie appartient à ce type<sup>1</sup>, c'est une autre question, et c'est à Treu qu'incombe le devoir de le démontrer. Lorsqu'il faut représenter sur un vase un combat comme celui dont il vient d'être question, et qu'il faut remplir la place à peu près également, l'idée se présente, pour ainsi dire, d'elle-même de disposer les figures de manière que l'espace au-dessus du corps du centaure soit occupé par la moitié supérieure du corps de l'adversaire. Mais il en est bien autrement lorsqu'il est question d'un tympan avec une foule de figures et où chaque groupe en particulier, au lieu d'être un ensemble isolé, se trouve en rapport avec les autres figures. On ne saurait donc rien conclure d'avance des peintures de vase lorsqu'il s'agit du groupement des figures d'un fronton.

La seconde assertion de Treu: qu'il est inadmissible de mettre debout le jeune garçon *F*, touche à mon arrangement entier du groupe des quatre figures

*H J, F G.*

Il s'agit, ici, de savoir s'il faut lier intimement, comme on l'a fait à Dresde, les deux fragments les plus importants conservés du groupe si maltraité *F G*, à savoir la poitrine du centaure adhérente au corps du jeune garçon, et le fragment conservé de la partie inférieure du corps du centaure — ou bien s'il faut élever un peu plus, par rapport au poitrail du cheval, le corps du jeune garçon et la poitrine du centaure.

Au corps de l'éphèbe (*F*) est joint non seulement le bras droit du centaure (*G*) mais aussi un morceau qui montre une petite partie du muscle pectoral de celui-ci. Treu a eu raison,

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 7, l. 11.

certainement, en prenant le morceau pour le bord inférieur du muscle, et c'est moi qui ai eu tort en l'expliquant d'une autre manière. Mais il ne s'ensuit pas qu'il soit impossible de séparer le jeune garçon et le poitrail du centaure autant que je l'avais proposé, séparation déclarée maintenant par Treu „absolument inadmissible“<sup>1</sup>. Cela dépend, je pense, de la manière dont il faut restaurer la partie supérieure (humaine)

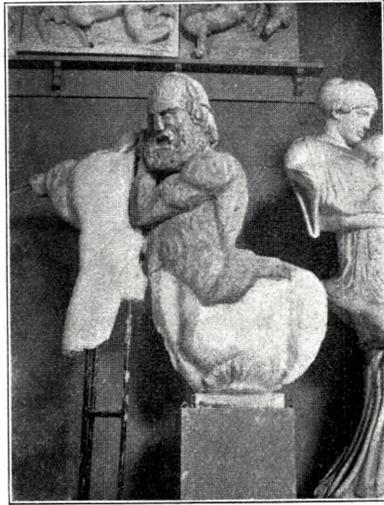


Fig. 6 A.

du corps du centaure, et puisque il en reste si peu, il y a plusieurs manières possibles. Pour le centaure en train d'élever le jeune garçon, une attitude un peu oblique, l'épaule droite un peu plus élevée que l'épaule gauche, serait très naturelle,

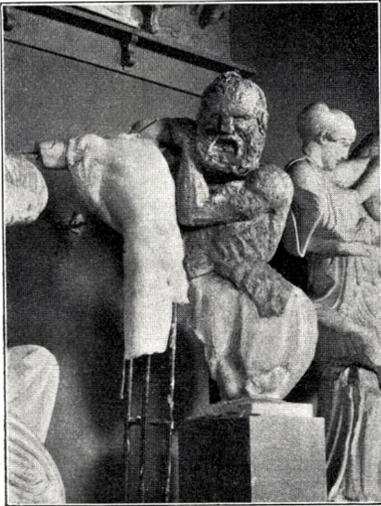


Fig. 6 B.

et la tête pourrait être un peu penchée vers le spectateur, de sorte qu'il y eût une certaine correspondance avec le pendant *P*. Dans cette attitude, la figure aurait à la fois des proportions convenables et un mouvement naturel (voir figg. 6 A et B), et elle n'occuperait pas trop de place pour pouvoir tenir dans le tympan, même si on relevait le groupe au point de placer debout le jeune garçon.

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 11, l. 5.

L'assertion de Treu<sup>1</sup>, à savoir que le centaure *G*, d'après ma première restitution, ne pourrait tenir sous la corniche, a été discutée ci-dessus p. 62. Il fera peut-être la même objection contre mon nouveau projet de restitution. Mais j'ai fait également l'épreuve de ce projet en modelant ce qui manque et en l'ajoutant au moulage du corps du centaure (voir figg. 6 *A* et *B*). Dans cette épreuve, la tête du centaure a été élevée d'env. 5 cm. au-delà de ce que j'avais trouvé dans ma première restitution. La figure mesurait maintenant 2 m. 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub>,

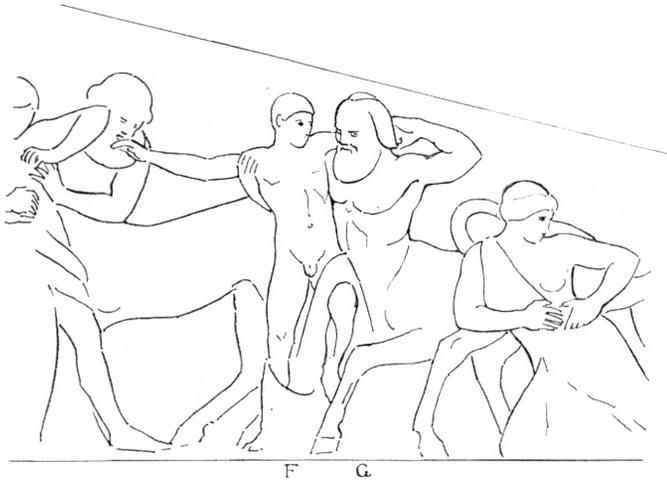


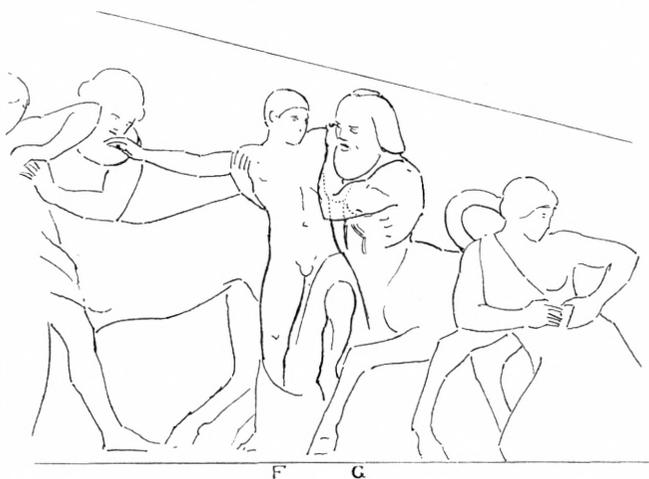
Fig. 7 A.

et puisque la distance entre les corniches, à ce point-là, est de 2 m. 32<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, il y aura encore une distance de 15 cm. par rapport à la corniche supérieure.

La dernière épreuve fit voir aussi que le rapport entre la tête du centaure et le jeune garçon était tel, maintenant, que rien ne s'opposait à employer pour le bras gauche de l'éphèbe le fragment d'un bras courbé que je ne savais d'abord où employer. Sur ce fragment on trouve, fort convenablement, une petite saillie au coude qui s'explique aisément puisque

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 12, l. 3.

ainsi le bras peut s'appuyer sur la nuque du centaure. Cette explication est bien plus naturelle que celle donnée par Treu<sup>1</sup>. Il est malaisé, en effet, de comprendre que le bras du jeune garçon, tel qu'il est placé à Dresde, ait besoin de s'appuyer contre le front du centaure. Le bras droit de Peirithoos (*K*), qui est dans la même position, peut fort bien se passer de l'appui du coude; au contraire, ce bras est appuyé par une cheville entrant dans la tête de la figure elle-même; appuyer d'une manière correspondante le bras du jeune garçon serait



F G  
Fig. 7 B.

fort naturel dans la restauration de Dresde. Le fait que jadis je n'ai su employer ce bras, constitue, selon Treu, une preuve particulièrement décisive contre mon projet de restitution de ce groupe<sup>2</sup>. Je ne saurais en convenir lorsque je me rappelle les centaines de fragments que les fouilles d'Olympie ont mises au jour et qu'on ne saurait employer, mais d'ailleurs cette objection, maintenant, n'a plus d'objet.

Quant à la question très difficile de savoir où le centaure *G* aura posé sa main gauche, je n'ose pas, maintenant, me pro-

<sup>1</sup> Ol. III, p. 81.

<sup>2</sup> Ol. Forsch. p. 11.

noncer avec plus d'assurance qu'autrefois. Peut-être serait-il possible de la poser sur la cuisse gauche du jeune garçon, comme on l'a fait à Dresde où, pourtant, la main ne s'adapte pas bien au bras; mais je ne saurais me décider pour cette solution. On pourra aussi lui faire saisir, derrière la nuque, le bras gauche du jeune garçon, de la manière que j'ai proposée (voir la figure 7 A). Cette solution satisfait mieux mon œil; de cette manière, le bras contrebalance fort bien le bras droit du pendant, le centaure mordant (*P*). Ce point qui frappe les yeux de l'observateur, semble exiger un pendant, — mais qui ne serait pas nécessairement une répétition — dans l'autre moitié du fronton. Il y a cependant une troisième éventualité, recommandée par une raison très importante. Le bras pourrait passer devant la poitrine et saisir le bras gauche du jeune garçon près de l'épaule, voir les figg. 6 et 7 B. Dans cette position le coude et une partie de l'avant-bras pourront couvrir une marque sur le côté gauche du jeune garçon auprès des côtes inférieures, marque dont on n'a pas fait mention jusqu'ici, que je sache<sup>1</sup>. Autrefois j'ai vu dans cette marque un endommagement datant d'une époque postérieure, mais elle n'en a pas l'air. Or si nous plaçons le bras du centaure devant elle, nous aurions une explication satisfaisante, car je suis disposé à voir dans la marque la trace d'un ciseau que, faute de place, on aura conduit de côté, et non pas directement vers la surface. Le groupe a été fait probablement de deux blocs<sup>2</sup>, et la trace du ciseau pourra donc dater du moment où les figures du groupe ont été réunies. La main gauche conservée du centaure est comme faite pour être posée sur le bras du jeune garçon, le petit doigt, faiblement élevé, touchant le muscle de l'épaule.

Mais quoi qu'on en pense et quelle que soit la disposition du bras qu'on préfère, rien n'empêche qu'il y ait assez de place pour le groupe, maintenant aussi bien que d'après mon

<sup>1</sup> Ol. Forsch., pl. III, fig. 14.

<sup>2</sup> Ol. III, p. 82.

premier projet. En déclarant que cela était impossible, Treu m'a beaucoup étonné, aussi bien que quand il prétend que la main droite du jeune garçon ne pourrait atteindre la barbe du centaure *J*. Pour éclaircir cette question j'avais réuni, lors de mon essai, les groupes *HJ* et *FG*, comme le montre la figure 2 qui reproduit cette disposition, et alors le jeune garçon, dont le bras avait une position tout à fait naturelle, touchait de sa main la barbe du centaure.

J'ai dit ci-dessus, p. 74, que le groupe *FG* aura été rapproché du milieu du fronton et qu'en conséquence on aura fait une incision dans la main droite du jeune garçon, laquelle, par suite du rapprochement de cette figure du centaure *J*, aura atteint la barbe de celui-ci. Tout cela, qui choque les sentiments de Treu, n'appartient donc pas non plus au plan primitif de l'artiste.

Après avoir discuté ainsi les deux assertions principales que Treu oppose à ma disposition, je crois les avoir réfutées suffisamment, et avant d'aborder la discussion des autres figures, je passerai en revue les nombreux défauts dont souffre, dans la restauration de Dresde, le seul groupe du centaure enlevant le jeune garçon, pour montrer par là combien est contestable cette restauration. Le pire défaut et le plus évident, c'est que la coupe du corps du centaure (*G*) devient visible; ce défaut est si incontestable que je suis étonné que personne ait pu l'accepter. De même, il doit paraître étonnant qu'on ait pu accepter la manière dont le jeune garçon montre la face inférieure de sa main gauche où les doigts, au lieu d'être sculptés, ne forment qu'une surface sans articulations. Que la main gauche du centaure soit si mal emmanchée et que son mouvement soit sans force, voilà des reproches de nature plutôt artistique et dont la légitimité est moins évidente, et je n'en dirai rien. Mais je dois protester encore une fois contre la trop haute plinthe. Treu la défend<sup>1</sup> en renvoyant à la plinthe située sous le centaure *P*. Mais celle-ci n'est

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 10.

haute que du côté de derrière; aux yeux du spectateur elle n'aura pas paru plus haute que beaucoup des autres plinthes, tandis que celle qui, dans la restitution de Treu, supporte le groupe du centaure enlevant le jeune garçon, même vue d'en bas, devait faire l'effet d'un petit tertre pointu. Cet aspect est fâcheux et ne s'accorde pas avec les autres groupes, puisque l'évènement représenté n'a pas lieu dans les montagnes mais dans une grande salle ou dans quelque local analogue, comme en font témoignage les coussins sur lesquels reposent les vieilles femmes. Mais quelque fâcheuse que soit la haute plinthe, il faudrait qu'elle fût encore plus haute dans la restauration de Dresde, étant donné: 1° le pied de devant gauche du centaure, qui a été allongé au-delà des limites raisonnables (voir fig. 3 *D*) et qui, en outre, fléchit un peu là où le morceau moderne a été ajouté au fragment original (l'allongement et le fléchissement sont dus à la nécessité de faire toucher le pied à la plinthe); 2° le genou droit du garçon, qui en réalité ne repose point du tout sur la plinthe mais y touche seulement au moyen de la draperie dont on a enveloppé la jambe. Ce procédé n'est qu'une répétition de celui qu'on a adopté pour la jambe gauche du pendant *Q*; cette figure conservée montre en effet quelque chose de semblable, mais répéter, dans une restauration, une pareille gaucherie<sup>1</sup> et l'accuser par là encore plus, c'est ce qui ne me paraît pas raisonnable. La draperie du lapithe (*Q*) étranglant le centaure descend du genou à une plinthe de hauteur moyenne et ordinaire. Cela montre justement qu'on n'aura pas voulu de plinthes rompant la ligne horizontale et faisant l'effet d'une élévation naturelle, puisqu'il aurait été facile, autrement, d'obtenir que le genou et la plinthe se touchassent. Dans le groupe du centaure enlevant le jeune garçon on a au con-

<sup>1</sup> Cela a l'air, en effet, d'une gaucherie lorsqu'on regarde la figure isolée; mais peut-être l'a-t-on fait exprès pour produire une ligne verticale plus longue correspondante à la jambe droite étendue du jeune garçon *F*.

traire allongé à la fois, à Dresde, la draperie et rehaussé la plinthe. Ce double effort pour obtenir un contact n'est pas fait pour inspirer de la confiance dans l'authenticité de la restauration.

Outre les deux points principaux que j'ai discutés ci-dessus, et où la critique de Treu, si elle était fondée, serait désastreuse pour ma disposition, il reste encore quelques autres points qui ont une certaine importance pour la solution du problème de la suite des figures, ainsi et surtout les raisons alléguées par Treu en faveur de son groupement de Thésée (*M*) et du centaure galopant (*N*), et celui du lapithe *Q* et du centaure *S*, raisons contre lesquelles je me sens obligé de protester. Et à côté de cela il y a des points que je voudrais expliquer avec plus de détail que je ne l'ai fait dans mon „projet“, et d'autres points que je n'y ai pas mentionnés mais que je voudrais mettre en lumière ici.

Il y a d'abord une chose qui a besoin d'être examinée mieux que je ne l'ai fait dans mon projet, c'est le témoignage rendu par le revers du groupe

#### *R S.*

On y trouve un fragment de la pointe de la queue du centaure *S*, qu'on aura façonnée, à l'origine, évidemment à dessein, de manière à y produire une surface plane oblique, en ôtant une arête (voir la planche, projection *A*, à *b*). Cela montre que l'on y a voulu faire une place à un objet cunéiforme qui se sera inséré derrière le groupe; cette place demande à être remplie, tout aussi bien que l'incision dans la plinthe auprès du lapithe *Q*.

Treu ne paraît pas avoir remarqué ce témoignage d'un rapprochement vers une figure voisine, mais ce témoignage n'en existe pas moins, et lorsqu'on examine laquelle des figures serait de nature à remplir le vide, il se trouve que c'est justement le corps coupé du centaure ravisseur *G*, qui avec sa

coupure cunéiforme est comme fait pour y avoir sa place; je la lui avais du reste assignée déjà pour d'autres raisons; il sera, ici, assez couvert, et il en a bien besoin (voir la planche, projection *A*, fig. *G*), tandis que la restauration de Dresde révèle si impitoyablement son défaut.

La minceur de la partie inférieure de *R* est surprenante. L'expliquer en supposant que le bloc de marbre employé était trop petit ne serait guère raisonnable, puisque nous trouvons la même singularité dans le lapithe *Q* étrangeant le centaure; ce n'est pas nécessaire non plus, puisqu'il y a une explication très naturelle: la figure aura été placée près du bord de la corniche; elle ne devait ni peser trop sur elle ni saillir trop devant les autres figures. Cette explication s'accorde avec mon projet où cette figure (*R*) est éloignée de la muraille du fond par le corps du centaure (*G*) qui emporte le jeune garçon, mais non pas avec la restauration de Dresde où le groupe *RS* est placé tout contre le mur du fond. De même, les proportions du lapithe

*Q*

montrent que cette figure a été placée tout près du bord de la corniche, tandis que dans la restauration de Dresde elle est rapprochée du fond du fronton. Sa cuisse droite, faisant angle droit avec le fond, ne mesure guère au-delà de  $\frac{2}{3}$  de la cuisse gauche verticale. Cette différence est expliquée d'une manière satisfaisante par ma disposition, puisque, si la jambe droite avait sa longueur entière, le lapithe serait obligé de la poser en dehors du bord de la corniche. Dans la restauration de Dresde, au contraire, où les figures *PQ* sont reculées vers le mur du fond, la différence reste inexpliquée.

Quant à la critique de Treu relative à la position que j'ai donnée au bras gauche du lapithe (*Q*) qui étrangle le centaure, je ne la discuterai pas ici, de peur d'être trop long. La forme du bras que je propose est, j'en suis sûr, beaucoup

plus près de la vérité que le bras difforme de Dresde — mais cette question est sans importance pour ce qui est la chose principale: la suite des figures.

### *M et H.*

Parmi les corrections auxiliaires (Versatzkorrekturen) qui, pour Treu, „représentent les traits d'union reconnaissables entre les groupes“, Treu mentionne une incision dans le côté de derrière de la traîne de la femme *H*, appelée par lui Déidamie<sup>1</sup> (voir la planche, projection *A*, à *a*). Quant à moi, je ne saurais l'admettre. L'incision aura accueilli, d'après Treu, un coin de la plinthe du centaure (*G*) qui emporte le jeune garçon, là où la restauration de Dresde a placé le bout du vêtement de l'éphèbe (*F*). Cette plinthe avec ce vêtement manque aujourd'hui, de sorte qu'il est impossible de savoir ce qui en était. Que la réalité n'ait pas été conforme à la restauration de Dresde, c'est ce qui est absolument sûr, car ici le vêtement se prolonge en une longue pointe qui est trop invraisemblable. Et pourquoi a-t-on procédé ainsi? Là-dessus, point de doute: on a tant étiré le vêtement pour atteindre l'incision faite dans la queue et pour expliquer ainsi cette incision. Cette plinthe n'est donc, en réalité, qu'une explication forcée de l'incision, et on ne saurait y voir aucune preuve en faveur du voisinage des deux groupes.

Treu écrit que l'incision devient inexplicable dans mon projet, et il a eu raison de le croire puisque je n'en ai rien dit. Peu de temps après que j'avais publié mon projet, j'ai vu cependant qu'ici aussi il y avait quelque chose qui pouvait confirmer probablement ma disposition et donner de l'incision une explication plus vraisemblable que celle qu'en donne Treu. D'après mon projet, la queue en question est dissimulée par le pied gauche, tendu en avant, de Thésée (*M*). Au côté de derrière de ce pied et dans le jarret au-dessus, on trouve des

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 14, l. 4.

mortaises. Treu suppose<sup>1</sup> qu'on les y aura pratiquées, dans une restauration postérieure de la figure, pour tenir un appui de pierre. Dans mon projet, ces mortaises se trouvent à peu près vis-à-vis de l'incision dans la queue (non pas, pourtant, précisément dans la même ligne), et il me paraît vraisemblable que cette incision a été faite lors de l'étagage de la figure de Thésée. Nous ne saurions rien dire de positif de la construction de cet étagage. Treu suppose que ce fut un grand travail, et il a raison, tant à cause de la place qu'occupe la figure près du bord de la corniche, loin de la muraille du fond, qu'à cause d'une restauration faite probablement dans l'antiquité. Peut-être l'incision dans la queue de la robe reçut-elle alors un étai oblique destiné à détourner de la corniche une partie du poids de la figure.

### *M et N.*

Je pense avoir déjà montré que rien ne s'oppose à ce que le lapithe *Q* soit placé devant la partie de derrière du centaure *N*. Mais Treu assure, on le sait, que la figure de Thésée (*M*) a dû faire groupe avec le centaure *N*, parce qu'il croit pouvoir indiquer la trace d'une retouche au ciseau sur le côté postérieur de la cuisse gauche de la figure *M*, correspondant à celle que l'on trouve sur les reins du centaure. Il écrit<sup>2</sup> : „Ce martelage sur le côté postérieur de la cuisse gauche de la figure reste tout à fait inexplicable dans la restitution de Skovgaard“.

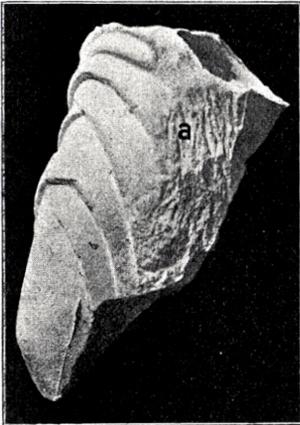


Fig. 8.

Cela est vrai. J'ai écrit dans mon „projet“ que je n'ai pu apercevoir aucun martelage de correction sur le moulage de la figure *M*. Je n'osais pas

<sup>1</sup> Olympia, p. 77.

<sup>2</sup> Ol. Forsch. p. 6.

alors m'exprimer plus positivement, n'ayant pas eu l'occasion d'examiner l'original, mais à présent que Treu nous a fait voir (voir la figure 8) les traces grossières de ciseau qu'il explique comme un retranchement, j'ose prétendre qu'il n'en est rien; ces traces ne révèlent autre chose que l'exécution grossière du revers. Cette exécution, à prendre le fronton entier, est assez différente pour chacun des groupes, mais à plusieurs endroits, surtout sur *R* et *U*, en partie aussi sur *E* et *G*, elle ressemble beaucoup à celle de l'endroit de la figure de Thésée où Treu voit un retranchement, et immédiatement au-dessous de l'endroit même, la cuisse a été exécutée absolument de la même manière. Ceci prouve que tout le côté de derrière de la cuisse a été sculpté en même temps. C'est pourquoi il m'était difficile, autrefois, de croire que c'était ces traces de ciseau que Treu voulait expliquer comme produites par un travail de correction. Que la surface de l'endroit forme un creux, cela ne prouve rien contre moi, puisque les revers des figures en général sont très inégaux, les creux alternant avec des parties et des bords relevés. Le caractère des traces ne s'oppose donc pas à ce qu'on les interprète comme provenant d'une exécution grossière du revers. Cette interprétation s'imposera même lorsqu'on aura regardé les autres parties du côté postérieur de la cuisse et qu'on y aura reconnu la même exécution. Mais puisque Treu s'obstine à expliquer les traces comme dues à un travail de correction, il sera utile d'examiner comment il faudra se représenter un pareil travail. D'abord nous devons nous représenter la figure de Thésée placée dans le tympan, devant les reins du centaure *N*, comme le veut Treu, mais écartée du centaure autant que le permet l'espace étroit de la corniche. Figurons-nous ensuite le sculpteur en train d'enlever avec le ciseau une partie des reins du centaure et de la cuisse de Thésée pour pouvoir les rapprocher davantage l'un de l'autre. L'ouvrier se sera placé là, le côté droit tourné vers le corps du cheval, ainsi qu'on le voit dans la figure 9 A.

C'est la seule manière dont il puisse s'y prendre, et les traces de son ciseau seront forcément peu sûres et peu profondes puisqu'il devra frapper du côté, et elles suivront une direction oblique, mais plus horizontale que verticale. Comment les deux points en question s'accordent-ils avec cette hypothèse? Les traces laissées sur les reins du cheval ont exactement l'aspect qu'il fallait supposer et montrent clairement que l'ouvrier aura dû se tenir comme nous l'avons indiqué. Si les traces laissées sur la cuisse de Thésée avaient présenté le même aspect, Treu aurait eu raison d'écrire qu'il y avait, ici, „deux martelages analogues et égaux“<sup>1</sup>. Mais les marques

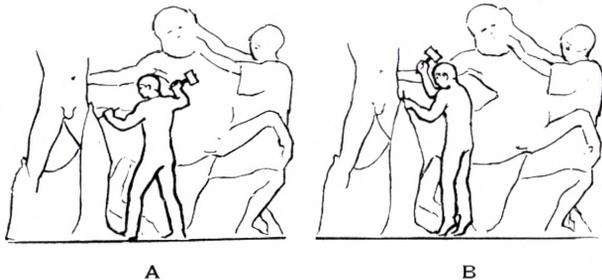


Fig. 9.

sont, au contraire, vigoureuses et profondes et suivent une direction verticale. Le sculpteur n'aurait pas pu les tailler ainsi, s'il avait dû le faire dans le tympan. Pour donner aux traces la direction verticale, il aurait dû prendre, sans aucune raison, une position si contrainte et si incommode que la difficulté de frapper sûrement en aurait été fortement augmentée (voir, pour la position, fig. 9 B). Il n'en peut pas être ainsi; si les traces étaient dues à un travail de correction, elles auraient dû être obliques et beaucoup plus faibles, au lieu que nous voyons des coups de ciseau très profonds et très vigoureux. Non, lorsqu'on a taillé le côté de derrière de la cuisse, la figure *M* s'est trouvée au chantier, et l'ouvrier

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 6: Zwei einander entsprechende nachträgliche Abmeisselungen von gleicher Art und Grösse.

y avait libre accès par derrière sans être gêné par une figure voisine. Les traces ne sont donc pas dues à un travail de correction, elles datent de la même époque que le reste de la taille du côté postérieur de la cuisse. Après ce que je viens d'exposer, je crois qu'il faut abandonner la „preuve“ qui fait la base principale de la restauration de Treu: à savoir qu'il y aurait eu un martelage sur la cuisse de Thésée correspondant à celui des reins du centaure galopant.

### *Q et S.*

La seconde raison alléguée par Treu en faveur de sa restauration, à savoir que l'incision dans la plinthe auprès du tibia gauche du lapithe *Q* serait destinée à recevoir l'un des sabots de derrière du centaure *S*<sup>1</sup>), est en réalité très faible. L'incision pourrait fort bien avoir cette destination, mais elle pourrait être destinée tout aussi bien à accueillir le petit support qui se trouve sous la jambe de derrière du centaure *N*, et c'est cela même que je crois. La forme de l'incision n'indique pas par elle-même ce qui y a été placé, mais seulement que quelque-chose y a été placé, et elle ne saurait donc être invoquée par Treu avec plus de raison que par moi.

### *La hauteur des sommets des têtes du fronton.*

Comme je l'ai indiqué au début du présent mémoire, Treu attache une singulière importance à ce que la suite des figures soit telle que la hauteur des têtes des figures diminue continuellement du milieu du fronton jusqu'aux angles<sup>2</sup>, et il renvoie au fronton oriental. Cependant, la disposition des figures de ce fronton reste douteuse, et on se tromperait aisément en s'appuyant sur elle. D'ailleurs Treu lui-même semble avoir observé imparfaitement, dans la restauration de Dresde, la règle en question.

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 13, l. 36.

<sup>2</sup> Ol. Forsch. p. 14, l. 30.

Il est vrai que le centaure *J* mesure, en hauteur, un peu plus que la femme *H*, mais aux yeux du spectateur celle-ci paraît la plus haute et enfreint ainsi la règle. Ici, Treu doit être d'accord avec moi, puisqu'en parlant d'un cas tout à fait analogue, savoir le rapport de hauteur entre la position de la jambe gauche du lapithe *T* et des bras de la femme *U*, il écrit: „Ces choses-là paraissent plausibles dans un dessin qui reproduit les figures en projection plane, mais dans la réalité plastique aux exigences inexorables elles paraîtront bientôt intolérables“<sup>1</sup>.

Voilà ce que j'ai voulu dire des figures auxquelles il faut donner, à mon avis, une autre place dans la série que celle que Treu leur a donnée, et ce que j'ai jugé nécessaire de dire des questions relatives à ce point capital. Trouver la vraie suite des figures, c'est ce qui a été le but de mon projet, et je pourrais conclure maintenant sans mentionner les figures dans les angles du fronton, si je ne me sentais pas obligé de convenir que Treu a eu raison, quant à l'essentiel, en les disposant comme il l'a fait.

### *ABC et TUV.*

Tout d'abord, les deux femmes à l'extrémité droite du fronton doivent être couchées aussi près l'une de l'autre que le montre la restauration de Dresde, et, par conséquent, les deux femmes de l'angle opposé du fronton doivent être placées de même. Ici, Treu a raison, et c'est moi qui ai tort. En second lieu, je suis disposé à admettre que les jambes étendues en arrière des lapithes *C* et *T* doivent être disposées derrière les femmes *B* et *U* et non pas, comme je l'avais proposé, devant elles. L'inconvénient qui me choque, ici, dans la restauration de Dresde et qui vient de ce que les jambes de *C* et *T* sont coupées, d'une manière fâcheuse, tout

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 13, l. 17.

près du genou, disparaît si les groupes du milieu sont disposés d'après mon projet et si les quatre femmes aux extrémités des angles du fronton restent couchées comme à Dresde — avec cette modification pourtant qu'elles sont un peu moins reculées dans les angles. Dans ma disposition des groupes du milieu, ceux-ci occupent, en effet, moins de place qu'à Dresde; toutes les figures ont été rapprochées de manière que les lapithes *C* et *T*, en suivant les autres figures, se trouvent écartés un peu plus des femmes *B* et *U*, de sorte qu'une plus grande partie de leurs jambes devient visible. En outre, le lapithe *T* sera dès lors plus libre; il y aura plus d'espace entre lui et la corniche supérieure qu'il n'y en a à Dresde<sup>1</sup>.

Si, sur ce point, je ne puis exprimer sans réserve mon assentiment à la disposition de Treu, c'est que je ne saurais avoir une opinion bien arrêtée sur cette question tant que je n'aurai pas eu l'occasion de faire un arrangement d'essai de l'ensemble du fronton. J'ai tâché, au moyen de la projection horizontale de Treu<sup>2</sup>, d'arriver à une intelligence entière de la manière dont les figures extrêmes ont été couchées, mais d'abord un dessin de projection ne saurait tenir lieu des figures plastiques, et en outre le dessin lui-même n'est pas assez exact pour qu'on puisse s'y fier entièrement. Aussi c'est avec toute réserve que je publie ici (voir la planche, projection *A*), pour montrer comment je me représente couchées les figures extrêmes, une projection de la moitié droite du fronton que j'ai dessinée moi-même en me fondant essentiellement sur la projection de Treu. Pour comparer, j'ajoute une projection de la même moitié du fronton, avec les figures disposées d'après le plan de Treu (voir la planche, projection *B*). On y verra, en outre, que dans ma disposition les figures remplissent d'une manière à peu près égale l'espace

<sup>1</sup> A Dresde, la main touche la corniche, et entre la corniche et l'épaule il n'y a qu'une distance de 4 cm.

<sup>2</sup> Olympia, planche XXI; Ol. Forsch., planche I, 2.

où elles sont placées, tandis que Treu en fait reculer la plupart vers la muraille du fond, ne laissant tout près du bord de la corniche que la femme *V*, et, un peu plus retirée du bord, la figure *M*. De cette manière, une grande partie de la superficie de la corniche reste non utilisée devant beaucoup des figures, ce qui a pour conséquence que la saillie de la corniche couvre une partie de chacune de ces figures, lorsqu'on les voit placées à la hauteur originale. Pour les figures du fronton qui doivent nécessairement être reculées du bord, je crois qu'elles n'en souffrent pas, mais pour celles que j'ai avancées vers le bord — surtout la femme *R* au genou droit sans plinthe — il en va autrement. Elle ne saurait donc être placée tout contre la muraille du fond<sup>1</sup>.

Il me reste encore à répondre à quelques objections de Treu. Il ne trouve pas beau que les corps des centaures *J*, *G*, *S*, ainsi que les corps de *N* et de *P* „semblent naître (herauswachsen) pour ainsi dire, l'un de l'autre“<sup>2</sup>. *J* naître de *G*! Je n'y comprends rien. Et quant aux autres, nous ne savons pas à quel degré on a employé les couleurs pour distinguer les figures l'une de l'autre; mais il est probable qu'on se sera beaucoup servi de ce moyen. Que la chlamyde, selon toute apparence fortement colorée, de *Q* ait servi à distinguer nettement sa jambe droite du centaure *P*, on n'en saurait guère douter. Et pourquoi les corps des centaures n'auraient-ils pas eu des couleurs différentes? Ce que Treu objecte comme des défauts a fort bien pu exister dans l'œuvre originale. Si tant est qu'il soit raisonnable de voir là des faiblesses, celles-ci sont très peu importantes, surtout lorsque l'on considère que, dans la restauration de Dresde, il n'y a pas même de partie

<sup>1</sup> J'ai commis une erreur en ne donnant, sur la planche dans mon „projet“, aucune plinthe à Apollon et au lapithe *C*, et ce sera également une erreur dans la restauration de Dresde, de donner une plinthe aussi haute à Peirithoos.

<sup>2</sup> Ol. Forsch. p. 15.

postérieure d'où pourrait naître la partie antérieure du corps du centaure *G*. En réalité ceci est vrai aussi pour le centaure *P*, quoique, ici, le fait ne soit pas aussi évident. — Que, dans la restauration de Dresde, la main gauche du jeune garçon *F* montre sa paume entière, quoique les doigts ne soient pas articulés par le sculpteur, de sorte que la main a l'air d'une mitaine, voilà ce qui constitue contre cette restauration une objection beaucoup plus sérieuse que celle d'après laquelle le jeune garçon, dans ma restitution, „aurait l'air de tirer la barbe au centaure *J*“<sup>1</sup> avec sa main droite (il n'en serait rien d'ailleurs, je crois, si les figures étaient vues d'en bas, en direction oblique, et si la main et la barbe étaient distinguées nettement par des couleurs, voir encore ce que j'en ai dit ci-dessus, page 63). — Enfin il y a l'inflexion du dos du centaure *N* que Treu me reproche tant<sup>2</sup>. Il croit que c'est ma disposition qui m'a contraint de donner à la figure cette inflexion, mais elle est due seulement à une imperfection de mon dessin, aggravée encore dans la photographie, celle-ci reproduisant, en cet endroit même, deux clichés juxtaposés de manière inégale. On trouvera sans doute beaucoup d'imperfections de cette nature dans mon dessin; elles proviennent de ce que je me suis proposé de donner à la fois les vraies mesures géométriques<sup>3</sup> et de dessiner en même temps les figures telles qu'elles paraîtraient vues un peu d'en bas, puisqu'elles sont si nettement destinées à être vues de la sorte.

A ce que les restes conservés des figures elles-mêmes peuvent nous enseigner sur la disposition de celles-ci, il faut ajouter le récit de Pausanias. Dans mon projet je me suis borné à le citer pour décider quelle est la mariée. Je croyais alors, avec Treu, que ce récit était peu sûr, mais dans un

<sup>1</sup> Ol. Forsch. p. 15, l. 17.

<sup>2</sup> Ol. Forsch. p. 8, l. 6.

<sup>3</sup> Mes mesures elles-mêmes, relatives à l'endroit en question, peuvent ne pas être tout à fait correctes.

compte-rendu<sup>1</sup> de mon projet, M. Ove Jørgensen a fait observer que sur un point (groupe du centaure enlevant le jeune garçon) il confirme ma disposition. Wolters, lui aussi, tient compte de la valeur du récit, et d'ailleurs on ne saurait le rejeter uniquement parce que Pausanias, suivant peut-être une tradition erronnée qui se sera formée au cours des siècles, a donné de faux noms à quelques-unes des figures. En conclure qu'il aurait mal exposé ce qu'il avait vu de ses yeux, serait déraisonnable. S'il était absolument impossible de trouver une restitution qui s'accordât avec le récit — et c'est là ce que Treu a dû supposer — alors le récit serait faux ou obscur, mais s'il est possible de trouver une pareille restitution qui au reste paraisse acceptable, alors il faut attacher une grande importance aux paroles de Pausanias<sup>2</sup>.

Wolters vient de proposer une disposition qui s'accorde assez bien avec le récit de Pausanias; il dit même que „la description de P. ne devient vraie que par notre (c'est-à-dire „sa“) disposition“<sup>3</sup>. J'ose cependant prétendre que la description s'accorde encore mieux avec ma disposition. Wolters appuie son affirmation entre autres choses sur le passage suivant de Pausanias: „De l'autre côté, Thésée combat avec une hache contre les centaures; des centaures, l'un a enlevé une jeune fille et l'autre un beau garçon“. Si l'on trouve ici le mot „centaures“ au pluriel, cela nous „apprend d'une manière évidente“, selon Wolters, que Thésée a été placé entre<sup>4</sup> les deux groupes. A mon avis on ne saurait interpréter ainsi ce pluriel. Ce que l'expression nous apprend, c'est que les deux groupes ont eu un certain rapport avec

<sup>1</sup> Tilskueren 1905, p. 759.

<sup>2</sup> Pausanias V, 10, 8: *κατά μὲν δὴ τοῦ αἰετοῦ τὸ μέσον Περιφύου ἐστὶν παρά δὲ αὐτὸν τῆ μὲν Εὐρυτίων ἥρπαικῶς τὴν γυναῖκα ἐστὶ τοῦ Περιφίου καὶ ἀμόνων Κανεύς τῷ Περιφίῳ, τῆ δὲ Θησεὺς ἀμυνόμενος πελέκει τοὺς Κενταύρους· Κένταυρος δὲ ὁ μὲν παρθένον, ὁ δὲ παῖδα ἥρπαικῶς ἐστὶν ὠραῖον.*

<sup>3</sup> Sitzungsberichte, p. 17, l. 26.

<sup>4</sup> Ibid. ibid., l. 25. Le mot entre a été souligné par moi (N. S.)

Thésée et qu'ils se sont trouvés, par conséquent, dans la même moitié du fronton que lui, et c'est là un fait qu'on ne saurait éluder qu'en déclarant Pausanias indigne de confiance. Si l'on n'ajoute rien au sens des paroles citées, elles s'accordent absolument aussi bien avec ma disposition qu'avec celle de Wolters. Mais il y a encore dans le passage de Pausanias un autre détail que Wolters interprète d'une manière qui me semble peu rationnelle. Dans la disposition de Wolters, le lapithe brandissant sa hache tâche de sauver la mariée. C'est pourquoi Wolters est obligé de supposer ou bien que c'est à tort que Pausanias appelle ce lapithe Thésée, ou bien que l'artiste a fait sauver en réalité la mariée par le lapithe et non par le marié<sup>1</sup>. Il renvoie au vase de Vienne où ce n'est pas non plus le marié qui cherche à sauver la mariée et où il combat autre part. Cette indifférence du marié pour le sort de son épouse montre que l'artisan qui a peint ce tableau a été un mauvais narrateur, mais puisque notre fronton se distingue justement par la force de l'effet dramatique, on ne saurait supposer, sans y être forcé par des raisons irrésistibles, que ce défaut du récit se retrouvait ici (et on ne l'y trouve pas en effet, si l'on accepte ma restitution). Il y a encore, il est vrai, une éventualité, signalée par Wolters: c'est que la figure *M* n'aurait pas une hache dans la main mais une massue ou une torche et que la hache appartiendrait à la figure *K*, de sorte que celle-ci serait la figure appelée Thésée par Pausanias, explication à laquelle Wolters, paraît-il, n'attache pas beaucoup d'importance puisqu'il ne la donne qu'en note<sup>2</sup>. Aussi le plus naturel sera-t-il de faire tenir la hache au personnage qui brandit son arme avec les deux mains, c'est-à-dire, selon Pausanias, à Thésée. Si en effet *M* est Thésée, et telle est d'ailleurs l'opinion générale, ce ne sera pas la disposition de Wolters mais la mienne qui s'accordera entièrement avec

<sup>1</sup> Sitzungsberichte, p. 19.

<sup>2</sup> Ibid., p. 17.

Pausanias, ce que l'on verra en comparant les figures 1, 2 et 3 de la planche. Dans ma restitution la figure appelée par Pausanias Peirithoos (Apollon, *L*) tient le milieu, se tournant dans la direction où est la mariée. A gauche se trouve „Kaineus“ (Peirithoos, *K*) luttant avec Eurytion (*N*) qui a enlevé la mariée (*O*). A droite, Thésée (*M*) est en lutte avec deux centaures (*J* et *G*) dont l'un emporte une femme (*H*), l'autre un jeune garçon (*F*). Cela s'accorde à merveille avec la description que donne Pausanias<sup>1</sup> de ce qu'il a vu lui-même. C'est seulement dans les noms, qu'il tient d'autres sources, que des erreurs se sont glissées.

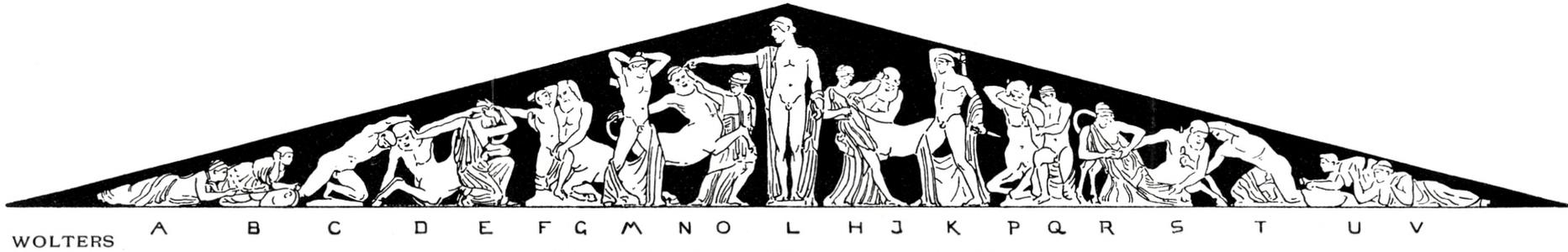
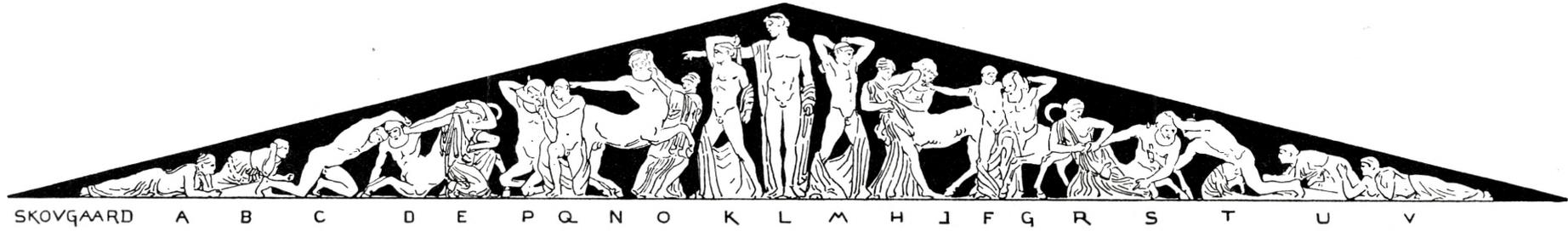
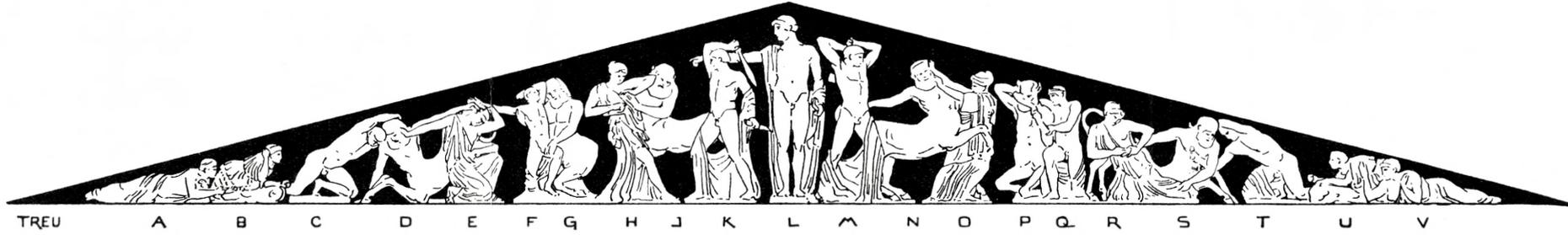
En terminant cette réponse aux objections faites contre ma disposition des figures et des groupes du fronton ouest d'Olympie, je ferai observer qu'une discussion à elle seule ne saurait mener à un résultat décisif et entièrement convaincant, et que les reproductions dessinées ne sauraient guère ni montrer comment tout s'accorde ni donner une impression tant soit peu satisfaisante de la belle et grandiose composition du fronton, parce qu'elle est destinée à être vue d'en bas, obliquement, pour ne mentionner que cette seule raison. Pour que cette composition se fit valoir et parût ce qu'elle est en fait, c'est-à-dire un des chefs d'oeuvre de l'art grec et de l'esprit humain, et pour que la justesse de mon projet fût évidente, il faudrait que les moulages des groupes fussent disposés et complétés (au moins en ébauche) selon mon plan, et placés assez haut pour être vus d'en bas sous l'angle visuel convenable; — il ne serait pas nécessaire de les placer à la même hauteur qu'ont occupée les originaux du temple d'Olympie.

<sup>1</sup> „Sur le fronton est figurée la lutte des lapithes avec les centaures, aux noces de Peirithoos. Au milieu du fronton est Peirithoos; auprès de lui, on voit Eurytion, qui a enlevé la femme de Peirithoos, et Kaineus portant secours à Peirithoos. De l'autre côté, Thésée combat avec une hache contre les centaures. Des centaures, l'un a enlevé une jeune fille, et l'autre un beau garçon.“ D'après la traduction donnée par M. Collignon, *Hist. de la sculpture grecque* I, p. 446.

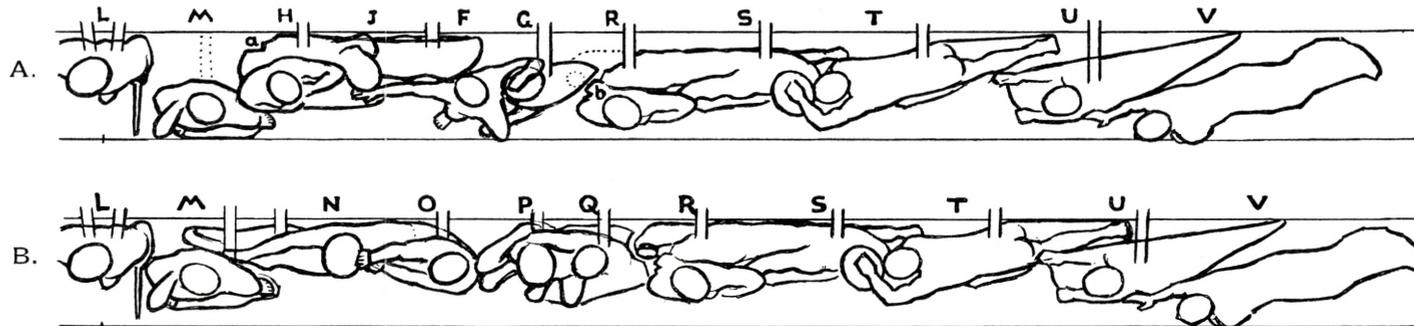
On verrait alors, j'en suis sûr, que les groupes du fronton peuvent être disposés de cette manière, et qu' alors l'ensemble gagnerait tellement en beauté que cette disposition serait généralement reconnue comme essentiellement correcte. Car comment mal composer les parties d'une oeuvre pareille et arriver tout de même à un résultat plus beau que celui que donne la vraie disposition? Ce serait aussi peu vraisemblable que d'obtenir dans un vers mutilé une plus grande beauté en combinant les mots d'une façon fautive.

---





D'après la planche de Wolters (Sitzungsberichte 1908).



Projection horizontale de la moitié droite du fronton: A d'après Skovgaard, B d'après Treu.

# SUR LA STRUCTURE DU FRUIT DE NOS GÉRANIACÉES

## COMMENT IL SE COMPORTE AU MOMENT DE LA MATURITÉ

RECHERCHES BIOLOGIQUES

PAR

WILLIAM SØRENSEN

(COMMUNIQUÉ DANS LA SÉANCE DU 18 NOVEMBRE 1910)

*Discendo doceo.*

**D**epuis bien des années, j'ai été si occupé dans la belle saison — grâce aux soins bienveillants de nos autorités compétentes — que j'ai été complètement empêché de faire des études dans la nature. Pourtant, grâce au dévouement de mes anciens élèves, je fus mis à même cet été de prendre des vacances dont j'avais grandement besoin. Encore ai-je voulu profiter de ce temps, que j'ai passé dans l'île de Møen, pour me rendre compte de la manière dont s'y prennent nos Géraniacées pour lancer leurs graines mûres. Il y a bien des années que cette question éveilla mon intérêt; cet intérêt ne diminua point lorsque j'aperçus que la structure du fruit de nos Géraniacées ne s'accorde pas très bien avec la description qu'en donnent les cours de Botanique que je connaissais et qui avaient pour auteurs ØRSTED, WARMING, LE MAOUT et DECAISNE.

Je ne suis pas très versé dans la littérature zoologique, et quant à la botanique, j'en ignore presque la bibliographie. Si j'ai cru que dans le cas présent je pouvais me passer de prendre connaissance de cette bibliographie en me contentant des cours de Botanique, c'est à cause de la considération

suivante. Je sais très bien qu'en général on ne doit pas consulter les cours élémentaires au lieu de recourir aux études originales; car bien que les auteurs de manuels soient souvent très érudits, la version qu'ils donnent est fondée en dernière instance sur leur critique personnelle ou sur leur absence de critique. Mais comme les cours étrangers<sup>1</sup> que je viens de consulter n'offrent aucune version différente essentiellement de celle des deux cours danois cités, je ne puis pas supposer que la littérature scientifique présente non plus des divergences profondes. Même s'il est vrai que les auteurs de manuels se copient essentiellement les uns les autres<sup>2</sup>, ils tiennent cependant compte de la littérature scientifique, et tout au moins de la littérature moderne.

Dans le petit cours de botanique qu'on employait à notre université dans ma jeunesse, ØRSTED<sup>3</sup>, alors professeur, caractérisait ainsi (p. 104) l'organe femelle et le fruit des Géraniacées: „5 styles, cohérents avec une colonne centrale allongée en

<sup>1</sup> FRANK, A. B.: Lehrbuch der Botanik nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft. T. II. Leipzig, 1893, pp. 340 et 366.

BONNIER, G. et DU SABLON, L.: Cours de Botanique. T. I. Fasc. II. Paris 1902, pp. 636—637. — T. I, Fasc. III. 1903, p. 823.

WERTSTEIN, R. R. v.: Handbuch der systematischen Botanik. T. II. Leipzig u. Wien. 1903—1904, p. 324.

<sup>2</sup> Depuis quelque temps les auteurs de cours élémentaires ont pris l'habitude de nous dire à quel autre auteur ils ont emprunté leurs figures. Les us et coutumes des auteurs de manuels n'en apparaissent qu'avec plus de netteté. Ainsi, j'ai voulu savoir, il y a quelques années, ce que disaient les cours élémentaires de Zoologie sur un certain point de l'anatomie des *Opiliones* (ordre des Arachnides). Le livre dont je me suis servi contenait une figure des organes sexuels femelles d'un *Phalangium* sous laquelle se trouvait cette note: „Nach N. N.“ Sachant que N. N. n'avait jamais rien publié sur les *Opiliones* — c'est un sujet que je connais à fond, — et sachant aussi que cet auteur avait publié un cours de Zoologie, j'ai consulté ce dernier, et j'y ai bien trouvé la même figure, portant la note: „Nach P. P.“ Cet auteur n'ayant lui non plus jamais rien écrit sur les *Opiliones* mais bien un cours de Zoologie, j'ai consulté ce cours, et j'y ai trouvé la même figure, portant la note: „Nach KROHN“, résultat que du reste je connaissais dès le début.

<sup>3</sup> ØRSTED, A. S.: Erindringsord til Forelæsninger over de naturlige Familier. Kjøbenhavn, 1862.

forme de bec. Schizocarpe, dont les 5 parties, 1-séminées, se détachent du carpophore<sup>1</sup> à l'aide des styles recourbés d'en bas en spirale, et s'ouvrent par la suture ventrale.“ LANGE<sup>2</sup> se prononce sur les Géraniacées d'une manière toute conforme: „5 ovaires autour d'un carpophore central, allongé en colonne, auquel sont cohérents les 5 styles; le fruit schizocarpe, dont les cinq parties sont des utricules 1-séminés, déhiscents par la suture ventrale, se détachent du carpophore à l'aide des styles recourbés en spirale d'en bas.“

Un schizocarpe et une capsule à déhiscence septicide s'accordent par le fait que, le fruit mûrissant, les carpelles se détachent l'une de l'autre le long du milieu des septa; et ils diffèrent par le fait que dans une capsule septicide les carpelles s'ouvrent encore par la suture ventrale tandis que les parties du schizocarpe restent fermées. Ainsi M. WARMING, actuellement professeur, s'est-il exprimé d'une manière très exacte lorsqu'il a introduit dans notre littérature, pour le fruit du genre *Geranium*, la désignation: capsule. Quant au fruit du genre *Geranium* M. WARMING<sup>3</sup> dit entre autres choses: „A ce type de schizocarpe se joignent certaines capsules à déhiscence septicide, où les carpelles se détachent l'une de l'autre dans les plans de soudure, tout comme chez la plupart des schizocarpes nommés, et chez lesquelles reste une colonne centrale après que les valves sont détachées; encore ressemblent-elles au schizocarpe en ce qu'elles ne contiennent le plus souvent dans chaque loge qu'une graine unique; mais comme cette dernière devient libre et est lancée au dehors, c'est un vrai fruit capsulaire.“

<sup>1</sup> En danois: Frugtstol. — Par un lapsus calami ou par une faute d'impression, le texte porte le mot „placentaire“ (en danois: „Frøstol“); cette faute est corrigée dans mon exemplaire du livre.

<sup>2</sup> LANGE, J.: Haandbog i den Danske Flora. 2<sup>e</sup> édit. Kjøbenhavn 1856—1859, p. LV. (Le texte est le même dans la dernière édition, 1886.)

<sup>3</sup> WARMING, Eug.: Den almindelige Botanik. Kjøbenhavn 1880, p. 240. (Aussi dans la 4<sup>ème</sup> Édit. ibid. 1900.)

Conformément à cette version, le même auteur<sup>1</sup> dit encore (p. 380) au sujet des Géraniacées: „L'ovaire est le plus souvent 5-loculaire, à 5 sillons profonds, et il porte un style vigoureux („bec“) lequel se divise vers la pointe en 5 branches portant les stigmates; chaque loge contient un ovule montant et un ovule pendant. A la maturité du fruit, les 5 carpelles se détachent l'une de l'autre en se courbant ou se roulant en arrière (Fig. 434<sup>2</sup>), ou bien en se tordant en hélice dans la partie supérieure en forme de bec (Figg. 435, 436<sup>3</sup>), tandis que reste une colonne centrale („carpophore“); alors, ou bien chaque carpelle reste fermée, et il se forme un schizocarpe, dont les 5 parties semblables à des akènes sont enfoncées dans la terre à l'aide des mouvements du „bec“ hélicoïde hygrosopique (Figg. 435, 436), ou bien chaque carpelle s'ouvre par la suture ventrale de façon que les graines puissent tomber: il y a une capsule à 5 valves et à déhiscence septicide (Fig. 434); souvent le déroulement se fait si vite et avec une telle force que les graines sont lancées dehors au même instant.“

Donc, selon la version de cet auteur — pour les genres danois de cette famille — le *Geranium* a une „capsule à déhiscence septicide; les carpelles, le plus souvent, restent suspendues à la pointe de la colonne“<sup>4</sup>, tandis que l'*Erodium* a un „schizocarpe, dont les parties se détachent; leurs becs sont barbés du côté intérieur et se tordent en forme d'hélice.“

Tandis que, dans ses cours de botanique, WARMING, en changeant les termes, ne donne qu'une modification de la version antérieure, il avait paru plusieurs années auparavant une autre interprétation assez divergente de la première. Elle se trouve chez LE MAOUT et DECAISNE<sup>5</sup>, qui disaient au

<sup>1</sup> WARMING, EUG.: Haandbog i den systematiske Botanik. Kjøbenhavn 1884. La 3<sup>ème</sup> édit., ibid. 1891, que je cite, dit la même chose.

<sup>2</sup> Fruit du *Geranium sanguineum*.

<sup>3</sup> Fruit du *Pelargonium* et partie du fruit du *Erodium cicutarium*.

<sup>4</sup> Ibid. p. 381.

<sup>5</sup> LE MAOUT, E. et DECAISNE, J.: Traité général de Botanique descriptive et analytique. Paris 1868, in-4<sup>o</sup>.

sujet des Géraniacées en général (p. 350): „Fruit capsulaire, s'ouvrant élastiquement de bas en haut, par déhiscence septifrage, en 5 coques 1-séminées, à bec roulé en spirale et se détachant de la columelle formée par les placentaires, qui sont restés cohérents.“

Dans l'île de Møen, j'ai examiné les espèces suivantes qui se trouvaient en grand nombre près de „Steengaarden“, que j'habitais: *Geranium dissectum* L., *G. pusillum* L., *G. molle* L., *G. robertianum* L. et *Erodium cicutarium* L.

Dans le **Geranium**, l'organe femelle, on le sait, s'allonge dans le haut en un „bec“. Ce bec se compose de deux parties dont la partie inférieure est brusquement resserrée à sa partie supérieure, laquelle porte les stigmates.

La structure de la grosse partie inférieure de l'organe femelle, laquelle renferme les graines, se voit facilement sur la fig. 1, qui en donne une coupe transversale. Au milieu se trouve une partie en forme d'étoile à 5 rayons, laquelle contient parfois (*G. dissectum*) un canal central, qui se continue bien loin dans le „bec“<sup>1</sup>. Certes, je n'ose décider avec une certitude absolue que cette partie est le réceptacle, mais d'autre part je n'en saurais mettre en doute l'identité, par suite d'une comparaison avec le fruit d'un *Rubus* et à cause de la position des faisceaux fibro-vasculaires, ceux-ci et les carpelles se remplaçant alternativement. Autour de cette partie sont les 5 ovaires, se touchant à peu près, il est vrai, mais sans cohérence aucune.

Dans sa partie inférieure et plus grosse, le „bec“ a une structure (Fig. 2) qui ressemble fortement à celle que je viens de décrire; seulement, l'étoile aux 5 rayons est ici relativement plus grande, et, à ce que je vois par une comparaison entre les deux coupes, ses rayons sont formés non seulement

<sup>1</sup> Chez *G. sibiricum* L., fig. 2, se trouve un canal central dans le „bec“ mais non dans la partie qui porte les ovaires.

par le réceptacle, mais encore par les carpelles soudées entre elles. Conformément à cette particularité, les sillons du „bec“ ne sont que peu profonds. Tout près de la base du „bec“, les proportions présentent quelque différence, les loges étant plus petites et leurs parties dorsales plus étroites et plus grosses. L'importance de ce trait pour la dissémination des graines sera mentionnée plus tard.

La partie apicale mince du „bec“ est massive.

Or, je sais très-bien que les botanistes, en tout cas assez souvent, disent que deux choses sont „soudées“, même quand elles ne sont jointes par aucun tissu, dès qu'elles sont seulement serrées l'une contre l'autre<sup>1</sup> — en ce cas un zoologiste ne dirait jamais de deux parties animales qu'elles sont soudées — mais d'un autre côté je ne puis m'empêcher de supposer que les botanistes ont employé l'expression citée en parlant du fruit des *Géraniacées* parce qu'ils n'ont pas vu quelle est en réalité la structure de ce fruit. Les ovaires étant séparés, aucun septum n'existant, eo ipso le fruit sera

<sup>1</sup> Ainsi les botanistes signalent comme un trait caractéristique du fruit des *Graminées* que leur „graine est toujours soudée au péricarpe mince“ (WARMING, op. cit.). Il y a plusieurs années que j'ai examiné un assez grand nombre de Graminées ayant de grands fruits avant la maturité, et je n'ai pas trouvé un seul fruit où le péricarpe et la graine fussent soudés: en passant une aiguille sous le péricarpe, on pourrait soulever ce dernier de la graine sans aucune résistance. Cette année, j'ai constaté qu'il en est exactement de même dans *Triticum* et dans *Hordeum* environ une semaine avant qu'on ait coupé le blé. La moisson faite, j'ai pris quelques épis de ces genres de Graminées et je les ai conservés dans un lieu sec pendant trois semaines bien comptées; puis je les ai trempés dans l'eau où ils sont restés durant 18 heures, et au bout de ce temps, j'ai pu écarter le péricarpe aussi aisément que lorsque le grain n'était pas mûr, excepté le long du sillon profond du grain du côté intérieur. Aussi les botanistes disent-ils que les balles dans *Hordeum* „sont soudées au“ grain. Des grains trempés de l'*Hordeum* je fus encore à même d'écarter les balles, mais pas aussi facilement que le péricarpe, les balles étant encore assez raides. Donc, aucune soudure réelle ne peut avoir eu lieu: les balles et le péricarpe de l'*Hordeum* sont desséchés durant la maturation de telle sorte qu'ils serrent étroitement la graine. Et celui-là seul appellerait cela une soudure qui dirait que ses chaussettes et ses jambes sont soudées ensemble.

aussi peu un schizocarpe qu'une capsule à déhiscence septifrage ou septicide.

A ce que je vois, aucun des termes botaniques ne s'adapte au fruit du *Géranium* (ou des autres genres des Géraniacées que je connais); encore ne les applique-t-on point pour désigner le fruit des *Apocynacées*.

La version dont LE MAOUT et DECAISNE se font les interprètes, version d'après laquelle le fruit des Géraniacées est une capsule septifrage, est fondée sur des observations, comme on peut le voir par le passage suivant (p. 80); il y est dit que „la colonne centrale“, qui reste après que les valves ont disparu, „se compose et des placentaires, et d'une portion des feuilles carpellaires, qui forment des lames très-visibles.“ Mais cette dernière observation est inexacte, donc incorrecte, car ainsi qu'on le comprend facilement par les figg. 5 (7, 10, 11), ces lames sont doubles. Si le botaniste dont ce passage résume les études, avait bien vu ce fait, il n'aurait pas pu dire que c'était une capsule septifrage ni (p. 350) que „le pistil“ est „composé de 5 carpelles . . . cohérentes“. Quant à la version qu'on trouve dans les autres cours de Botanique, l'interprétation d'après laquelle les parties du schizocarpe s'ouvrent à la maturité par la suture ventrale, ne repose réellement sur aucune observation mais sur une pure hypothèse: étant admis que les capsules s'ouvrent par les sutures, le fruit des Géraniacées devait probablement faire de même. Et comme tout le monde peut constater que ce fruit ne s'ouvre pas par les sutures dorsale; donc, il aurait à s'ouvrir par les sutures ventrales. Il se peut que de telles hypothèses soient admises dans les recherches d'histoire ou de littérature, mais dans les sciences où elles n'ont rien à faire, elles ne font que du mal.

On se trompe encore en disant que les *styles*, lorsque le fruit est mûr, se détachent de la colonne centrale. Ainsi que le démontre la fig. 2, ce ne sont que les parties dorsales du „bec“ qui se détachent.

Ce qui se passe en réalité pendant la maturation c'est que les carpelles, à partir d'un point très voisin de la base jusqu'à la fin de la grosse partie inférieure du „bec“ se divisent assez verticalement, sur le plan de symétrie, en deux parties: l'une ventrale qui reste, l'autre dorsale qui se détache comme une valve.

Quand s'approche le moment de la maturité, une différence bien caractéristique se manifeste dans ces deux parties du fruit: la partie ventrale reste mince et claire, tandis que la valve se dessèche, prend une consistance plus ferme et la couleur caractéristique de l'espèce. Les nervures relevées qui signalent les fruits de certaines espèces, p. ex. *G. molle*, *G. robertianum*, sont restreintes à la valve, tandis que la partie ventrale est lisse. Cela se voit très facilement chez *G. molle*, fig. 7. Aussi les poils qui se trouvent sur les fruits de certaines espèces, p. ex. *G. dissectum*, *G. pusillum*, sont-ils restreints à la valve.

Les sillons formés sur l'organe femelle lorsque les valves se détachent, se terminent à la base chacun par une coupe portant l'ovule avorté (*a*, figg. 5 et 7) et la cicatrice du funicule de la graine mûre (*b*, *ibid.*), chose dont parlent déjà LE MAOUT et DECAISNE. Cette coupe *a*, en gros, la même forme chez toutes les espèces; il s'y trouve pourtant quelques petites différences, dont je parlerai plus tard.

Dans l'*Erodium*, la structure de l'organe femelle, sous tous les rapports essentiels, est semblable à celle du *Geranium*. Hors la différence bien connue dans la forme des ovaires, il y a encore à remarquer que le „bec“ diminue petit à petit en largeur à partir de la base jusque tout près des stigmates. Il s'en faut de beaucoup que la graine mûre remplisse tout l'espace du fruit, presque toute la moitié étroite inférieure de cet espace étant vide. A cause de la forme plus oblongue des ovaires, les sillons situés entre eux ne sont pas aussi profonds que chez le *Geranium*, surtout en bas, où l'on voit

facilement (figg. 10 et 11) le réceptacle dans les intervalles sans préparation aucune. Quant à la déhiscence du fruit, l'*Erodium* diffère du *Geranium* par le fait que la valve du fruit ne s'ouvre pas dans son bout inférieur, la déhiscence se faisant dans les parois mêmes (fig. 11, *es*). Chez *E. cicutarium* et *E. ciconium* WILLD.<sup>1</sup> cette pointe fermée est assez large, environ le tiers de toute la longueur de la valve du fruit, tandis que chez *E. manescavi* BUB. et *E. hymenodes* L'HERIT., elle n'a que la moitié de cette longueur. Il va sans dire que cette particularité donne à la valve plus de facilité pour s'enfoncer dans la terre. — La désignation de schizocarpe ou capsule à déhiscence septifrage ou septicide pour le fruit est donc aussi incorrecte pour l'*Erodium* que pour le *Geranium*.

Ayant trouvé dans notre Jardin Botanique des espèces du genre ***Pelargonium*** en fruit, j'en ai examiné deux, savoir *P. erectum* SWEET. et *P. inodorum* WILLD. et simplement regardé deux, *P. malvafolium* JACQ. et *peltatum* AIT. Quant à la structure, elle ne diffère pas de celle du fruit des Érodiums et des Géraniums. Mais il y a une différence quant aux proportions. Il me paraît ici d'une évidence frappante que la colonne centrale est formée du réceptacle: elle apparaît ici sur la surface du „bec“ sous forme de raies larges, faiblement convexes, qui par leur revêtement et par leur couleur verte tranchent fortement sur les valves du style, lesquelles prennent vers la maturité une couleur jaune rougeâtre. Et cette impression est d'autant plus forte qu'il y a une partie fort considérable du réceptacle entre les étamines et les carpelles (Fig. 12, *rc*).

Il faut ajouter que M. RAUNKJÆR<sup>2</sup> nous a donné la seule description correcte du fruit de nos Géraniacées qui se trouve dans la bibliographie danoise: „Le fruit muni d'un long bec formé de la partie inférieure du style et de la partie supérieure

<sup>1</sup> Je ne saurais répondre du nom des espèces que pour les espèces danoises. Les espèces étrangères sont mentionnées sous les noms qu'elles portent dans notre Jardin Botanique de Copenhague.

<sup>2</sup> RAUNKJÆR, C.: *Exkursionsflora*. Kjøbenhavn 1890, p. 131.

de l'ovaire, s'ouvre à l'aide de 5 valves qui se détachent de bas en haut, et dont les bords se touchent à peu près, renfermant les graines solitaires, qui de cette manière sont souvent empêchées de tomber au dehors; ainsi, le fruit est à peu près un schizocarpe dont les parties ressemblent à des akènes.<sup>4</sup> La désignation du fruit comme étant „à peu près“ un schizocarpe, prouve aussi que cet auteur ne le considère pas comme tel. Aussi serait-il à souhaiter que dès cette époque, comme il l'a fait 4 ans après, il eût „soutenu fortement que le fruit de l'Érodium et du Pélargonium était une capsule“<sup>1</sup>.

Quant aux *Géraniacées* je n'en connais le fruit que pour les trois genres *Erodium*, *Geranium* et *Pelargonium*. Mais M. le professeur WARMING dit dans sa „Botanique systématique“ (3<sup>e</sup> édit., p. 381): „Le type le plus primitif, nous le voyons chez *Biebersteinia*: 5 sépales, 5 pétales, 5 + 5 étamines, 5 ovaires libres (dont les styles sont unis en haut); 5 petits akènes.“ Je ne connais pas cette plante, donc je n'ai aucune idée sur son caractère primitif; mais si l'opinion à ce sujet est fondée, comme il le paraît, sur le fait que les ovaires ne sont pas soudés, la preuve n'est pas trop solide.

Je ne sais pas, à la vérité, si les observations suivantes sur le rejet des graines ou des fruits sont nouvelles; mais je ne puis m'empêcher de le croire. Car il serait incompréhensible pour moi qu'on eût étudié de près ces questions sans s'apercevoir que la structure du fruit est toute autre que celle qu'on a généralement établie en règle. Une telle observation aurait dû laisser des traces dans l'ouvrage, paru l'an dernier, de „WARMING-JOHANNSEN, Lehrbuch der allgemeinen Botanik nach der vierten dänischen Ausgabe übersetzt von Dr. E. P. MEINECKE.“ Car à cet ouvrage ont coopéré trois savants, sans doute également éminents.

<sup>1</sup> Botanisk Tidsskrift. XIX. Kjøbenhavn 1894—1895, p. XLIV.

**Geranium.** Le calice, qui après la défleuraison serre étroitement le fruit (ce qui est le cas surtout chez *G. robertianum*), se plie quelque peu en dehors vers la maturité du fruit, et chez *G. robertianum*, lorsque le fruit est mûr, il est placé presque horizontalement<sup>1</sup>. Lorsque le fruit arrive à la maturité, les carpelles se fendent le long de la ligne indiquée en haut. Cette rupture se fait premièrement pour le compte du fruit même, la graine se détachant en même temps du funicule très court; puis elle s'avance en haut dans le „bec“. La valve du fruit, renfermant la graine, pourra garder à peu près la même position dans *G. pusillum* et *G. robertianum*, mais encore pourra-t-elle se plier plus ou moins en haut chez *G. dissectum*, et souvent chez *G. molle*, de sorte qu'elle pourra même prendre une position horizontale. La valve du style s'étant dégagée, elle reste dans la même position qu'auparavant malgré sa disposition à se recourber. La cause en est celle-ci: presque tout au-dessus du fruit, les lisières du sillon, couvert ailleurs par la valve comme par un couvercle, se rapprochent, embrassant en même temps les bords de la valve de sorte que celle-ci est serrée<sup>2</sup>. La tension de la valve du style augmentant par le dessèchement, elle est tendue comme un ressort, et aussitôt qu'elle réussit à sortir du rétrécissement, elle se recourbe subitement en haut avec une telle vigueur que ou le fruit ou la graine est lancée au loin<sup>3</sup>. Si c'est la graine qui est rejetée, les valves des styles prennent la position connue

<sup>1</sup> Chez *G. molle* j'ai trouvé un petit nombre de fruits mûrs si serrés par le calice qu'ils n'avaient pu en sortir; dans ce cas, les valves des styles étaient rejetées. J'ai trouvé un seul fruit mûr du *G. robertianum* et deux du *G. pusillum* où le calice serrait étroitement le fruit; ici les valves des styles s'étaient dégagées et penchées en bas.

<sup>2</sup> Le rétrécissement n'a pas toujours la même forme chez les différentes espèces. Chez *G. dissectum* et *G. robertianum* la forme est égale à celle de *G. sibiricum* (fig. 5), tandis que *G. pusillum* présente le même type que *G. molle* (fig. 7).

<sup>3</sup> En passant une aiguille sous le bout inférieur de la valve du style et en soulevant avec précaution celle-ci hors du rétrécissement, on voit le fruit (ou la graine) s'élancer dehors immédiatement.

même dans les traités les plus élémentaires, position dans laquelle tout l'organe femelle ressemble à un candélabre à 5 branches. Dans l'autre cas, la valve est rejetée dans toute sa longueur, et la valve du fruit renfermant la graine est brisée et détachée de la valve du style par le choc du rejet. Ceci ne paraît pas avoir été remarqué<sup>1</sup>, car dans les cours de botanique on dit toujours du genre *Geranium* pris dans sa généralité que la graine est lancée hors de la capsule. Dans leur cours de Botanique mentionné plus haut, BONNIER et DU SABLON ont choisi pour type du genre le *G. molle*, et ils disent expressément que celui-ci lance la graine dehors.

Ce qui va se passer dépend, du moins en partie, de deux circonstances: la manière dont se comporte la valve du fruit après s'être détachée, et la forme de la partie inférieure de la valve du style.

La valve du fruit s'étant détachée, deux éventualités peuvent se produire: ou cette valve s'élargit de sorte que son ouverture devient aussi plus large (Fig. 9), et la graine reste libre dans la valve; ou elle se resserre, et la graine est fixée. Dans ce dernier cas, l'ouverture pourra devenir très étroite, si étroite même qu'elle pourra échapper à l'attention de l'observateur. Mais en tout cas chez *G. molle* on observe à ce point une différence individuelle: chez quelques valves l'ouverture était très étroite, et chez d'autres elle avait presque la même largeur que lorsqu'elle s'était détachée.

Je ne sais pour quelle raison la valve du fruit s'élargit ou se resserre après s'être détachée. Cependant, je puis appeler l'attention du lecteur sur deux phénomènes qui sont sinon corrélatifs, du moins coïncidents. L'un de ces deux phénomènes, c'est que la valve du fruit est plus mince et pour cette cause généralement aussi translucide<sup>2</sup> chez les espèces

<sup>1</sup> Voyez pourtant mon „post-scriptum“.

<sup>2</sup> Autre chose est que la valve du fruit peut prendre une couleur foncée. Il en est ainsi chez l'espèce étrangère *G. „bohemicum“* Hort.

où la graine est lancée au dehors, tandis que ce fait apparaît très faiblement ou n'apparaît pas du tout chez les espèces, où la valve du fruit est aussi rejetée. Voici maintenant un trait parallèle au précédent: chez les espèces qui me sont connues et dont les valves du fruit sont pourvues de nervures relevées (Fig. 7) — ou qui sont ridées („rynkede“), comme on dit dans les descriptions — c'est le fruit qui est rejeté, tandis que chez les espèces que j'ai étudiées et dont la graine est lancée dehors, les nervures font défaut<sup>1</sup>. L'autre phénomène est celui-ci: j'ai déjà noté que la ligne le long de laquelle s'ouvrent les carpelles, est de forme quelque peu inégale chez les différentes espèces. Mais cela peut se préciser davantage. Comme le montre la fig. 5, cette ligne chez *G. sibiricum* est *presque* droite ou très peu recourbée le long des côtés du fruit; en bas elle va assez droit en travers de sorte qu'ici la valve du fruit a la marge très peu concave sauf au milieu, où elle fait quelque peu saillie (Fig. 6). Aussi la coupe *c* (fig. 5), dans laquelle la partie ventrale du fruit s'est élargie en bas, n'est-elle que peu saillante et entaillée au milieu. Comme le montre la fig. 7, chez *G. molle* au contraire cette coupe est fort saillante, et la ligne le long de laquelle s'ouvre le fruit est fortement recourbée en bas de sorte qu'elle s'avance jusque sur le côté dorsal, où elle s'allonge en une pointe assez prononcée, tandis que, dans la ligne médiane, la valve du fruit est profondément fendue. On conçoit aisément qu'étant fendue de la dite manière, la valve du fruit pourra facilement céder à un effort tendant à la fermer, tandis que si elle n'est pas fendue, non seulement elle ne sera pas à même d'agir

Haun. (nec Linné) et, à un degré moins prononcé, chez *G. viscillum* FR. qui lancent la graine au dehors. (Dans ce cas la valve du fruit n'est pas translucide, cela va sans dire.)

<sup>1</sup> J'attire l'attention du lecteur sur ce que je ne dis point l'inverse, à savoir que la valve du fruit serait pourvue de nervures relevées chez les espèces qui jettent aussi les valves. Ainsi chez *G. pusillum* elles font défaut.

ainsi, mais encore devra-t-elle faciliter un effort tendant à l'élargir. La forme de la valve du fruit est donc ici une condition décisive d'où dépend sa *faculté* de se resserrer ou non. Mais quelles sont les forces qui effectuent le resserrement et la dilatation? J'e n'en sais rien. C'est pourquoi j'ignore aussi si elles se manifestent dans les deux cas. Mais supposé même que ces forces agissent dans les deux cas et avec la même vigueur, il est évident qu'elles ne pourront se manifester que quand la forme de la valve le permettra: ainsi la force qui fermerait la valve aura le dessus si la valve est fendue, tandis que celle qui la dilaterait aura le dessus si la valve est bombée.

Avant de passer au point suivant, il faudra encore examiner un instant un autre caractère de la valve du fruit. Je viens de dire que chez les espèces qui lancent leur graine au dehors, la valve du fruit est pourvue d'un ressaut dans la ligne médiane en bas. Ce ressaut est important. Il n'a pas la même forme chez toutes les espèces; chez *G. dissectum*, Fig. 9, il est long, étroit, mince et pointu; chez les autres espèces il n'a certes pas toujours la même forme, mais en tous cas il est court, large et arrondi (Fig. 6, *r*). Excepté dans *G. dissectum*, on voit sur ce ressaut chez toutes les espèces deux touffes de poils longs et élastiques, qui, lors du dégagement de la valve du fruit, se dressent vers le haut, à peu près le long de la ligne suivant laquelle s'ouvre le fruit (*r*, Fig. 5), mais qui bientôt après se dressent ventralement pour la graine. Chez *G. dissectum* ce ressaut joue le même rôle que les touffes de poils chez les autres espèces, c'est-à-dire qu'il empêche la graine de tomber par terre après que la valve du fruit s'est dégagée, ce qui est important comme l'a déjà démontré Lord AVEBURY<sup>1</sup>, surtout quand la valve du fruit occupe la position horizontale.

<sup>1</sup> Voyez le post-scriptum. Aucune des quatre espèces que j'ai étudiées avec le plus grand soin, n'étant pourvue des dites touffes de poils, à peine

La seconde circonstance essentielle pour décider si c'est la graine seule qui est lancée au dehors ou si la valve est aussi rejetée, c'est la forme de la partie inférieure de la valve du style: Chez les espèces où la graine (seule) est lancée dehors, cette partie se rétrécit certainement de haut en bas, mais elle le fait peu à peu et à la base elle est soudée dans toute sa largeur à la valve du fruit (Fig. 6). La jointure est donc solide. Chez les espèces où la valve du fruit est rejetée, la valve du style se rétrécit subitement en bas, et là elle présente du côté extérieur une petite éminence (Fig. 8, e), à laquelle est jointe la valve du fruit<sup>1</sup>. C'est pourquoi cette jointure se rompt facilement, d'autant plus que, pendant le dessèchement, il s'est sans doute opéré un changement dans le tissu à cet endroit: quand on touche, même très doucement, les valves du fruit, lorsqu'elles se sont recourbées en haut dans une position horizontale, on les sépare facilement de la valve du style. Et à l'endroit où elles ont été jointes à celle-ci, on voit sur la dite éminence une face qui a une forme précise et qui est légèrement concave. L'aspect de cette excavation et la face correspondante de la valve du fruit nous rappellent vivement les faces qui apparaissent lorsque les arbres, par exemple les Peupliers, perdent leur branches naines<sup>2</sup>.

en aurais-je su l'importance, si je n'avais pas trouvé ce fait mentionné par Lord AVEBURY. Ainsi je dois faire remarquer que lorsque cet auteur, à la fig. 42, représente *G. dissectum* comme étant fourni de poils pareils, cela provient sans doute d'une erreur causée par le caractère diagrammatique de la figure. D'autre part, j'ai déjà confirmé que les valves du fruit chez *G. robertianum* n'occupent pas une position horizontale. Du moins je ne m'en suis jamais aperçu.

<sup>1</sup> Chez quelques espèces, cette éminence est si peu élevée qu'on pourrait à peine lui donner ce nom.

<sup>2</sup> Chez *G. molle* j'ai constaté dans plusieurs cas que les fruits avaient été jetés, mais que 2—5 valves du style étaient restées recourbées en haut. Chez *G. pusillum* j'ai pu constater à la fois que les valves entières sont rejetées en se séparant, — ce qui arrive le plus souvent — et qu'elles sont rejetées sans se séparer immédiatement, et enfin que la

Dans les quatre espèces que j'ai examinées le plus soigneusement, la graine (seule) est lancée au dehors par *G. dissectum*, tandis que la valve entière (renfermant la graine) est rejetée chez *G. pusillum*, chez *G. molle* et chez *G. robertianum*. Plus tard, j'ai regardé d'autres espèces danoises portant du fruit, que j'ai trouvées dans le Jardin Botanique ou que mon ami M. V. BALSLEV a été assez aimable pour me procurer: *G. sanguineum* L., *G. palustre* L., *G. pratense* L., *G. pyrenaicum* L., *G. rotundifolium* L., *G. columbinum* L. et *G. lucidum* L. De ces espèces, *G. pyrenaicum* et *G. lucidum* rejettent la valve entière (renfermant la graine), tandis que les autres espèces lancent la graine au dehors. En d'autres termes: des espèces danoises que j'ai examinées<sup>1</sup>, environ la moitié se comporte d'une manière et l'autre moitié de l'autre manière. Quant aux sous-genres entre lesquels KOCH (d'après LANGE) partage le genre *Geranium*, cette classification n'est pas absolument juste, mais elle est cependant admissible: dans le sous-genre *Batrachium*, la graine est lancée au dehors, du moins dans les espèces que je connais, mais le *G. phæum* qui en fait partie, rejette probablement la valve entière, les valves du fruit étant mentionnées comme „ridées“. Et dans le sous-genre *Columbinum* la valve est rejetée par toutes les espèces sauf *G. rotundifolium*, *G. columbinum* et *G. dissectum*.

Afin de m'assurer, autant que possible, de l'exactitude des résultats auxquels j'étais parvenu dans l'île de Möen, quant à la corrélation entre la forme de la valve du fruit et celle de la valve du style d'un côté et le rejet ou de la graine seule ou de la valve (contenant la graine) de l'autre côté, j'ai observé dans le Jardin Botanique tous les Géraniums portant fruit, danois et étrangers. Aucun d'eux ne m'a amené à

valve du fruit est jetée, tandis que les valves du style restent encore quelque temps.

<sup>1</sup> Je connais le fruit de toutes nos espèces danoises du Géranium, sauf ceux de *G. sylvaticum* L. et de *G. phæum* L.

modifier ce que m'avaient appris les quatre susdites espèces. Cependant, il faut donner à *G. albanum* BUB. une plus ample mention : ses valves du fruit sont pourvues de nervures élevées si prononcées qu'on pourrait presque les appeler des „ailes“. La valve du fruit détachée est à peine fendue en bas dans le côté dorsal, mais ceci est compensé par sa forme presque comprimée<sup>1</sup>. Comme toutes les espèces étrangères, du reste peu nombreuses, que j'ai vues au Jardin Botanique, lancent la graine seule — sauf *G. albanum* — je prends la liberté d'appeler l'attention des botanistes sur la question de savoir si nous ne serions pas ici en présence d'un cas d'adaptation et si les espèces dont la graine reste enfermée dans la valve n'appartiendraient pas à un climat plus froid, celles qui lancent la graine seule appartenant à un climat plus chaud. En prenant pour point de départ nos espèces indigènes, il ne serait pas trop difficile, semble-t-il, de décider s'il existe une telle relation, en étudiant leur propagation géographique. Mais je ne me sens aucune vocation pour cette étude ; car il faudrait pour cela me mettre au courant d'une vaste littérature botanique, et j'ai déjà dit que je ne suis nullement versé dans cette bibliographie. J'ajouterai que même en examinant les exemplaires d'un herbier, il serait facile de voir si l'espèce considérée lance la graine ou la valve du fruit : il suffira de détacher une seule valve du fruit et d'examiner si elle a l'une ou l'autre des formes que j'ai décrites.

Tandis que le mécanisme du lancement de la graine (sans ou avec la valve du fruit) est une chose très simple chez le *Geranium*, chez les espèces du genre *Erodium* que je connais, le procédé est si subtil qu'un être humain aurait eu bien de la peine, me semble-t-il, à inventer pareil mécanisme.

C'est une chose connue que dans ce genre *Erodium* la

<sup>1</sup> Bien que je n'aie vu de cette espèce que des fruits verts, je ne saurais douter qu'ici c'est la valve du fruit qui est rejetée.

valve du style (ou le „style“, comme on s'exprime ordinairement) se tord de façon à former une hélice dextre, et que sur le sol, en se tordant et se détordant tour à tour, selon qu'il fait sec ou humide, elle enfonce dans la terre la valve du fruit<sup>1</sup> renfermant la graine. Certes, on sait aussi généralement, il me semble, que les valves du style, même celles des fruits verts, étant enlevées, commencent aussi à se tordre au bout de quelque temps, savoir lorsqu'une quantité de leur eau s'est évaporée. Mais on n'a guère remarqué — et le fait est cependant important pour ce qui va suivre — que la valve du style ne se tord de la susdite manière que dans la moitié inférieure et non pas dans toute sa longueur. La moitié supérieure, au contraire, ne fait que se recourber — comme la valve d'un *Géranium* dans toute sa longueur.

Vers la maturité du fruit, tout l'organe femelle, et non pas seulement le „bec“, commence à se tordre, à cause de la tendance de la valve du style à former la dite hélice. J'ai compris la raison de ce phénomène à l'aide d'une comparaison avec le fruit presque mûr du *Pelargonium* (dont je ferai mention plus tard). Alors j'ai pensé que l'on devrait être à même de prouver la justesse de cette hypothèse par un examen de la colonne centrale une fois les valves projetées à terre. J'ai donc examiné nombre de ces colonnes, surtout celles de l'*Erodium ciconium* parce que pour cette espèce la torsion en bas de l'organe femelle saute aux yeux. L'hypothèse se trouva juste: la colonne centrale dépouillée de toutes les valves est après quelque temps toute droite ou ne présente qu'une torsion minime.

Cette torsion de l'organe femelle est très caractéristique. Je la décrirai d'abord pour *E. cicutarium* (Fig. 11) et *E. manescavi* BUB. (Fig. 10). La partie inférieure de l'organe forme une petite partie d'une hélice rapide, qui est plus fortement

<sup>1</sup> Ou, comme on s'exprime ordinairement: le fruit. (Pour être court, j'ai aussi employé la même désignation à plusieurs reprises.)

tordue près de la base. Cette torsion qui est un peu plus prononcée chez *E. cicutarium* que chez *E. manescavi*, se perd au bout du tiers inférieur du „bec“; puis vient une partie où aucune torsion ne se manifeste, tandis que la partie supérieure du „bec“ est tordue dans le sens inverse, formant une hélice sénestre, de sorte que le stigmate est placé à gauche du bout inférieur pointu de l'ovaire.

Aussitôt que la valve du fruit s'est détachée, le fruit ayant atteint la maturité, deux phénomènes se produisent. L'un d'eux consiste en ce que les bords de la valve du fruit se rapprochent de manière à en fermer complètement l'ouverture — laquelle est bien plus grande<sup>1</sup> que chez le *Geranium* à cause de la forme allongée du fruit — comme cela peut aussi avoir lieu chez certaines espèces de *Geranium*, et la graine est toute enfermée. Toutefois, elle n'est pas serrée (comme chez les Géraniums), car la graine, qui est relativement plus petite que celle des Géraniums, ne remplit pas toute la loge de la valve du fruit.

Le second phénomène, c'est que la valve du style se détache par en bas et commence à se tordre en hélice dextre. Cette torsion commence tout de suite, car ici les bords du sillon que couvre comme un couvercle la valve du style, n'embrassent pas — comme chez les Géraniums — les bords de cette valve, qui, tout en se tordant, détache peu à peu par sa torsion<sup>2</sup> la petite partie suivante. Cette torsion se fait

<sup>1</sup> Je pourrai signaler à titre de curiosité qu'au cours d'une discussion soutenue dans notre Société Botanique de Copenhague au sujet du fruit des Géraniacées, quelqu'un émit l'opinion que „dans l'*Erodium* la graine ne sortait pas, le trou („Hullet“) étant trop petit.“ (Botanisk Tidsskrift. XIX. Kjøbenhavn 1894—1895, p. XLIV.) Pour qu'on puisse juger la valeur de cette assertion, je rapporterai qu'un jour je détachai une valve d'un fruit vert de l'*E. manescavi*; la graine verte qui ne s'était pas détachée, resta tranquillement sur place. Et pourtant, la graine diminue quelque peu par la maturation.

<sup>2</sup> Sans doute le sillon de la colonne centrale se rétrécit en dessus de l'ovaire, mais ce fait n'a aucune importance, les bords n'embrassant pas la valve et n'étant pas ainsi à même de la retenir.

très lentement; et cela pour deux raisons: d'abord parce que le dessèchement du „bec“ commence en haut et s'avance assez lentement de haut en bas, de sorte que la partie supérieure est à peine brune que la valve du *fruit* se détache. La seconde raison, qui est bien plus importante, c'est que *la torsion du tiers inférieur de la valve du style est entravée, parce que le „bec“ est déjà tordu du même côté, en hélice dextre*, de la manière mentionnée plus haut. Cette torsion lente de la valve du style, et, par conséquent, son détachement du „bec“, continuera jusqu'à ce qu'elle soit détachée sur presque la moitié de sa longueur. Alors, subitement, d'un saut, la valve entière partira. La torsion de la valve du style étant entravée par la raison que je viens de dire, une tension s'y produit. *Le mouvement de la valve du style, au contraire, sera facilité aussitôt qu'elle aura atteint le commencement de la partie supérieure du „bec“, laquelle est tordue en sens inverse, en hélice sénestre*; et cela d'autant plus que ce n'est qu'à ce moment que la tendance de la partie supérieure de la valve du style à se recourber pourra se manifester.

On comprendra sans difficulté, j'en suis sûr, que le départ subit de la valve est dû 1° à la tension causée par la dite entrave, 2° à la tendance de la partie supérieure de la valve à se recourber, 3° au phénomène que j'ai expliqué en dernier lieu et qui vient faciliter l'action de cette tendance.

Mais je suis porté à croire que les propositions que j'ai mises plus haut en italique, ne paraîtront pas tout à fait évidentes au premier coup d'œil. Car ce mécanisme, que j'ai signalé comme étant si subtil qu'un être humain en aurait difficilement inventé un semblable, ne parut pas très clair tout de suite à deux de mes amis, hommes intelligents cependant, auxquels j'en avait fait part. Et cela ne m'étonne nullement, car moi-même, je n'en ai saisi le principe — et cela même assez lentement — qu'en observant soigneusement et à plusieurs reprises le phénomène du mouvement de la

valve du style. Comme je ne pense pas que mes lecteurs aient sous la main un fruit de ce genre dont ils puissent observer les mouvements, j'indiquerai une méthode par laquelle on pourra contrôler la justesse du dit principe: enroulez autour d'un bâton une ficelle pas trop mince de façon qu'elle puisse se tenir ferme, sans glisser. Faites-la former p. ex. une hélice dextre. Saisissez le bout inférieur libre de la ficelle et tordez-le également en hélice dextre. Le résultat de cette opération sera que la ficelle, pourvu qu'elle ait la longueur suffisante, sera tordue encore de quelques spires autour du bâton; ne serait-elle pas assez longue, elle n'en tiendra que plus ferme. Mais tordez-la en sens inverse, c'est-à-dire en hélice sénestre, et la ficelle se détachera facilement. Si au lieu d'une ficelle ronde, on se sert d'un cordon plat, à peu près de la forme de la valve du style, ou si on le fait reposer dans un sillon, même peu creusé — rappelant le „bec“, — le résultat de l'expérience sera encore plus net. Mais cela n'est pas nécessaire. Aussi dirai-je avec conviction que si le „bec“ avait été tordu en bas de quelques pas de vis, la valve du style n'aurait jamais pu se détacher de cette manière. Mais je ne m'y connais pas assez en mécanique pour oser dire que la torsion qui se manifeste dans l'organe femelle d'un *Erodium*, est précisément celle qui produirait le plus grand effet.

Ce que je vais dire au sujet du *Pelargonium* montrera que c'est bien en vertu du principe exposé plus haut que la valve est projetée dans l'*Erodium*.

Un autre facteur, secondaire celui-ci, intervient encore pour opérer le détachement de la partie inférieure de la valve du style: je veux parler du revêtement caractéristique que l'on remarque à la face intérieure de la valve du style. Ce revêtement n'est pas le même tout le long de la valve: environ la moitié supérieure de la valve est revêtue de poils assez clairsemés, assez courts et moelleux, tandis que la moitié

inférieure — et la transition est assez rapide — est revêtue de soies épaisses assez longues, dont 6—7<sup>1</sup> se signalent par leur épaisseur et surtout par leur longueur. La soie la plus inférieure est placée près de l'endroit où commence le revêtement; la soie la plus élevée qui est la plus longue (car elles augmentent en longueur de bas en haut), est placée à une distance du fruit égale à la double longueur de celui-ci, et touche avec sa pointe le milieu de la valve. Le rôle le plus important que jouent ces soies consiste sans doute à tenir toute la valve dans une position oblique, lorsqu'elle est tombée à terre, de façon qu'elle puisse plus facilement s'enfoncer dans le sol. Elles jouent encore un rôle, de concert avec les autres soies, et j'en juge par le fait que la torsion de la valve du style les recourbe vers la colonne centrale. Lors de la maturité du fruit, les soies sont raides et élastiques, et étant recourbées vers la colonne centrale comme je l'ai dit, elles doivent contribuer à faire prendre son élan à la valve<sup>2</sup>.

J'ai mentionné à propos du *Geranium*, que chez les espèces qui rejettent la graine enfermée dans la valve du fruit, cette dernière est fixée à une petite éminence de la valve du style. Il n'est pas peu intéressant de constater qu'un phénomène analogue se manifeste aussi chez l'*Erodium*, où la graine et la valve partent ensemble. Cependant il y a une différence essentielle quant à la fonction: chez l'*Erodium* cette éminence est très forte, et, chez les deux espèces indiquées elle est fort comprimée, de sorte qu'ayant la forme d'une quille ou d'un

<sup>1</sup> Chez *E. cicutarium*; rarement 5 ou 8; une fois seulement je n'en ai compté que 3.

<sup>2</sup> Il faut beaucoup de patience pour faire de telles observations. Mais pour s'astreindre à observer les mouvements du fruit mûr il faudrait une patience comparable à celle dont parle Horace quand il dit: „expectat rusticus, dum effluat amnis.“ Et l'observateur en tirerait à peine plus de profit que si quelqu'un, voulant comprendre le mécanisme d'une platine de fusil, attendait le moment de voir à un autre individu tirer un coup de fusil.

arc-boutant, elle sert précisément à rendre plus forte la jonction entre la valve du fruit et la valve du style.

Le Danemark ne possédant d'autres espèces du genre *Erodium* que l'*E. cicutarium*, j'ai en outre examiné le fruit des espèces étrangères que j'ai pu trouver en fruits dans notre Jardin Botanique, savoir *E. manescavi* BUB., *E. ciconium* WILLD., *E. malacoides* WILLD. et *E. hymenodes* L'HERIT. Quant aux traits caractéristiques, ces espèces concordent toutes<sup>1</sup>. Elles présentent toutes la double torsion de tout l'organe femelle vers la maturité du fruit. Mais la torsion n'est pas la même pour les différentes espèces. Ainsi, chez *E. manescavi* la torsion en bas n'est pas aussi forte que chez *E. cicutarium*, et ses fruits ne „sautent“ pas aussi bien. *E. malacoides* a le „bec“ très court, et conformément à ce trait, les longues soies (au nombre de 5) sont bornées à la partie inférieure de la valve du style, qui occupe environ un tiers de la longueur de la valve du fruit. *E. ciconium* est l'espèce qui diffère le plus des autres: l'organe femelle a une torsion plus forte à la base mais notablement plus faible dans la partie supérieure; les longues soies à la face intérieure de la valve du style sont plus nombreuses (15 environ, non compris plusieurs assez longues), elles sont aussi plus longues et occupent environ la moitié de la longueur de la valve du style. Et la partie supérieure est notablement plus étroite et plus mince que chez les autres espèces, et dans ce trait je vois la raison pour laquelle, chez cette espèce, la partie supérieure du „bec“ est moins tordue. Aussi les fruits de cette espèce „sautent“-ils moins bien que ceux des autres espèces. Comme conséquence, des irrégularités dans le détachement des fruits se manifestent plus souvent chez cette espèce<sup>2</sup>. Pour plusieurs fruits de

<sup>1</sup> La seule différence qui me paraisse mériter d'être mentionnée, c'est que l'éminence du bout inférieur de la valve du style n'a pas chez *E. ciconium* la forme d'une quille mais bien celle d'une bosse.

<sup>2</sup> Il peut arriver, chez toutes les espèces que j'ai vues, que les valves du style se détachent en haut; il s'ensuit qu'elles se recourbent en bas

cette espèce j'ai constaté, même lorsqu'il faisait sec, que les valves du style se tordaient comme à l'ordinaire mais sans partir; elles restaient donc suspendues à la pointe du „bec“ et finissaient par *tomber* à terre.

La valve du style chez le *Geranium* servant dans toute sa longueur à lancer la graine (sans ou avec la valve du fruit), tandis que chez l'*Erodium* ce n'est que la partie supérieure proprement dite, qui remplit cette fonction, on comprendra aisément que l'*Erodium* ait le „bec“ considérablement plus long que celui du *Geranium*.

J'ai noté avec soin que la manière dont les graines (sans ou avec la valve du fruit) sont rejetées chez le *Geranium* est plus simple que chez l'*Erodium*. Mais il apparaît ici, comme souvent ailleurs, que la manière la plus simple est aussi la meilleure: les graines des Géraniums sont lancées plus loin que celles des Érodiums.

Désirant poursuivre aussi loin que possible ce que m'avaient enseigné les deux genres qui représentent les Géraniacées en Danemark, j'ai examiné le fruit des espèces du *Pelargonium* que j'ai pu trouver en fruit dans notre Jardin Botanique, savoir: *P. erectum* SWEET., *P. inodorum* WILLD., *P. malvifolium* JACQ., et *P. peltatum* AIT. Ils ne présentent entre eux aucune différence essentielle, mais ils diffèrent d'une manière intéressante des deux autres genres.

Comme chez le *Geranium*, le „bec“ se compose de deux parties, dont la partie mince extrême qui porte les stigmates, se flétrit et quelquefois tombe à terre. Quand s'approche la maturité du fruit, il est très facile de distinguer les valves du style (Fig. 12), à cause de leur couleur voyante jaune-rougeâtre, et s'entortillent réciproquement, par quoi elles empêchent le détachement du fruit. Pendant la période humide que nous avons eue au commencement du mois de Septembre, la torsion de l'organe femelle fit défaut chez quelques espèces. Le résultat fut que les valves se détachèrent et tombèrent à terre.

des autres parties vertes du „bec“. Les valves du style ont ici une autre forme: à partir de la base jusqu'à la moitié à peine de leur longueur, elles diminuent peu à peu de largeur, puis elles se rétrécissent assez rapidement, et la partie supérieure prend presque la forme d'un fil. Vers la maturité, le „bec“ est tordu d'une manière pareille à celle des *Érodiums*, mais rien que dans sa partie inférieure. En haut il n'est pas tordu.

Le fruit étant mûr, la valve agit au commencement comme chez l'*Erodium*: la valve du fruit se détache et enferme<sup>1</sup> la graine; la valve du style se tord en bas en hélice dextre, faisant moins de tours que chez l'*Érodium*, jusqu'à ce qu'elle ait détaché sa partie inférieure plus large. Mais à partir de ce moment, elle s'y prend tout différemment. La partie plus mince de la valve du style ne tend pas à se recourber — elle se tient toute droite même longtemps après être tombée à terre — et la partie supérieure du bec n'étant pas tordue, la valve ne part pas d'un „bond“, mais elle se détache tout doucement, et reste suspendue au „bec“ par sa pointe jusqu'à ce qu'elle soit emportée par le vent. C'est qu'à la face intérieure la valve du style est garnie d'une manière toute différente de celle de l'*Érodium*. La partie mince supérieure est revêtue de poils courts clairsemés; la partie large, au contraire, est fournie d'une série de poils touffus, très longs et moelleux, soit à partir d'un point très voisin de la base (*P. inodorum*) soit à une distance équivalente à la longueur d'un fruit (*P. erectum* et *P. malvafolium*).

Je me suis assuré du fait que la valve est emportée par le vent en observant quelques fruits de *P. erectum* à longs pétioles que j'avais mis dans un vase rempli de sable humide, placé sur ma table. Elles ne se sont envolées, il est vrai,

<sup>1</sup> Chez les exemplaires que j'ai examinés, la valve ne se ferme pas complètement; il se pourrait bien, cependant, que cela vint du climat danois, moins favorable aux *Pélarгонiums*.

qu'à une très petite distance; mais dans une chambre il n'y a pas beaucoup de vent. Il est à supposer qu'elles s'enfoncent dans la terre ainsi que le font les valves d'un *Érodium*; mais je n'en sais rien.

Je viens de démontrer que bien des traits caractéristiques des fruits de ces plantes, si minimes qu'ils ont vraisemblablement échappé à l'attention des savants<sup>1</sup>, sont néanmoins d'une importance capitale dans la vie des plantes en question. Et il est intéressant de voir combien les traits caractéristiques diffèrent chez les genres différents, mais d'une manière toute autre que ne l'ont supposé les savants auteurs des manuels de botanique.

Il serait donc, sinon édifiant, du moins intéressant pour l'histoire des sciences, de constater qu'un savant jouissant de la plus haute autorité a pu soulever dans notre Société Botanique<sup>2</sup> une discussion sur la question de savoir non pas quelle était la structure des fruits de ces plantes — cette question, il l'ignorait totalement — mais comment il convenait d'appeler ces fruits. Voilà à quoi peuvent s'amuser des savants. Pour des raisons biologiques, on a soutenu à cette occasion — non sans opposition pourtant — qu'il faudrait donner le nom de schizocarpe au fruit des genres *Erodium* et *Pelargonium*. C'était là, sans doute, un trait d'esprit, mais un trait d'esprit comparable à celui que ferait un zoologiste s'il raisonnait ainsi: certes, les Cétacés sont des Mammifères, mais ce ne sont point des Quadrupèdes et, considérés biologiquement, ce sont des Poissons.

<sup>1</sup> Ceci n'est pas inventé à plaisir; ainsi dans sa „Flora“ LANGE présente le *Geranium pusillum* L. comme une variété de *G. rotundifolium* L. Il est hors de doute, cependant, qu'un homme aussi savant n'aura pas manqué de connaître non seulement le conseil de Linné „melius est discernere quam confundere“ mais encore un autre conseil ainsi conçu: „ἀπὸ τῶν καρπῶν αὐτῶν ἐπιγνώσεθαι αὐτούς.“

<sup>2</sup> L. c.

**Postscriptum.** Mon collègue et ami, M. VILH. BALSLEV a été assez aimable pour appeler mon attention sur le fait que dès 1888 Lord AVEBURY<sup>1</sup> savait que chez le *Geranium robertianum* „and some other species“ „the seed-chamber“ est rejetée avec la graine, et dans le cas où la graine est rejetée seule, elle est renfermée dans la valve du fruit par „a fringe of hairs“. Ce n'est pas la première fois que j'ai l'occasion de confirmer la justesse d'un fait dont s'était aperçu Lord Avebury.

J'avais fait mention de mes recherches à deux botanistes, M. le professeur V. A. POULSEN et M. RAUNKJÆR, maître de conférences. Ils étaient d'avis que je devais donner un aperçu de ce qui avait été dit auparavant sur les deux questions ici traitées, et ils m'ont indiqué la bibliographie dont je vais parler maintenant.

Pour l'ordre<sup>2</sup> des „Geraniaceæ“ BENTHAM et HOOEER<sup>3</sup> donnent de l'organe femelle la description suivante: „Ovarium 3—5lobum, . . . . . carpellis cum axi usque ad insertionem ovulorum coalitis, superne nunc in rostrum apice styliferum, . . . .“. Et quant au fruit des genres *Geranium*, *Erodium* (et *Pelargonium*) ils disent: „Carpella rostrata, ab axi placentifero dehiscentia“, et „Capsulæ lobi 1-spermi, ab axi placentifero septifrage dehiscentes.“ On pourrait donc attribuer cette version à BENTHAM et HOOKER. Mais en tout cas il est évident que cette interprétation est fondée sur l'ancienne opinion d'après laquelle les ovules *peuvent* être placés sur le réceptacle. C'est pourquoi il était tout naturel que partant de cette opinion, on pût regarder la valve comme la carpelle entière. C'est au fond cette version que l'on retrouve constamment dans les

<sup>1</sup> LUBBOCK, SIR JOHN: Flowers, Fruits and Leaves. London 1888, p. 57—61.

<sup>2</sup> Sans compter les Géraniacées cet ordre comprend, dans la classification actuelle, le Tropæolum et les tribus: Limnantheæ, Vivianieæ, Wenditieæ, Oxalideæ et Balsamineæ.

<sup>3</sup> BENTHAM, G. et HOOKER, J. D.: Genera plantarum. I. London 1862—1867, p. 269—272.

Cours de Botanique, les valves du style étant indiquées comme les styles, quoique, bien entendu, on ait abandonné depuis longtemps l'opinion que c'était là le réceptacle qui portait les ovules. On a mis une pièce de drap neuf à un vieil habit. Aussi a-t-on atteint le résultat ordinaire.

Les Cours de Botanique ont gardé la dite version, bien que HOFMEISTER<sup>1</sup> ait fait, dès 1864, un pas décisif en avant vers l'interprétation juste de la structure du fruit. Il est assez singulier<sup>2</sup> de constater qu'il est le premier qui se soit aperçu du fait que les 5 cavités de la partie grosse du „bec“ sont, tout simplement, des prolongations des loges où sont placés les ovules. Aussi comprend-il la partie grosse du „bec“ comme constituant une partie stérile de l'ovaire. Il avait donc compris cette relation mieux que moi, qui ayant suivi la tradition, avais pris le bec pour le style<sup>3</sup>. Encore a-t-il compris que les ovules sont placés sur les bords des carpelles tournées en dedans. Il a parfaitement raison en disant que le fruit s'ouvre par 5 valves. „Si l'on songe à ce progrès considérable, on ne saurait lui faire un grand grief de n'avoir pas examiné de près certains points. Il ne s'est pas aperçu de la différence qui existe entre la structure de la partie stérile et celle de la partie fertile de l'ovaire. Il décrit toute la partie qui reste après que les valves ont disparu, comme „ein fünfkantiger, fünfflügeliger Körper“. Ainsi il n'a pas vu que dans la partie inférieure fertile il y a 10 „ailes“. Aussi dit-il (p. 405), que dans cette partie on trouve „die Scheidewände weit schmaler.“ En admettant qu'on puisse parler de septa dans la partie

<sup>1</sup> HOFMEISTER, W.: Ueber den Bau des Pistils der Geraniaceen. (Flora. XXII, No. 26. Regensburg 1864, p. 401—410).

<sup>2</sup> Il avait à lutter contre l'interprétation que, à mon grand étonnement, j'ai trouvée régnante jusqu'alors, à savoir que les cinq cavités de la grosse partie inférieure du „bec“ seraient des canaux stylaires (remplis du tissu conducteur) par lesquels les tubes polliniques gagnaient l'ovaire. En vérité l'imagination des savants ne connaît pas de bornes.

<sup>3</sup> Aussi me serais-je exprimé plus heureusement si au lieu d'employer la désignation „les valves du style“, j'avais dit: „les valves du bec.“

fertile de l'organe, il faut dire que ces septa y sont bien plus épais que dans le „bec“ (voy. mes figg. 1 et 2). Encore est-il d'avis que la partie centrale du „bec“ est formée des carpelles seules et sur ce point, comme je l'ai dit, nous ne tomberons pas d'accord.

En somme, le mémoire de HOFMEISTER indique un progrès essentiel quant à la compréhension de la structure du fruit des Géraniacées. Aussi son interprétation a-t-elle été adoptée par tous les auteurs suivants qui ont accordé quelque attention à ce problème — sauf une exception. Il vaut donc la peine de noter que les savants auteurs des manuels de botanique n'y ont fait aucune attention pendant les 46 ans qui se sont écoulés depuis qu'a paru ce mémoire. Durant tout ce temps, travaillant à la manière de certaines abeilles, ils ont cherché du miel — l'un chez l'autre. Il ne faudra donc pas s'étonner que ces auteurs aient suivi avec le même intérêt les recherches scientifiques relatives à la dissémination de ces plantes.

Cependant, il y a une exception. Mon attention a été appelée sur l'existence d'un Cours de Botanique nous donnant une description de la structure du fruit selon HOFMEISTER, c'est le manuel suédois de DÜBEN intitulé: DÜBEN, M. V.: Handbok i växtrigets naturliga familjer. 2<sup>ème</sup> Édit. par ARESCHOUG. Stockholm 1870 (p. 179).

La dissémination chez les Géraniacées a été l'objet des recherches de quelques savants. Depuis qu'il a été démontré que le changement que subissent certaines cellules par le dessèchement, consiste en un raccourcissement et en un élargissement relativement plus grand, les recherches de plusieurs auteurs ont eu pour but de montrer où et comment sont placées les cellules qui par leur dessèchement, par exemple chez les Géraniacées — car ils ont examiné beaucoup d'autres plantes — ont pour effet de recourber (chez le Géranium)

ou de tordre en hélice (chez l'Érodiûm) la valve du style. Leur attention ne s'étant pas concentrée spécialement sur les Géraniacées, il ne faudra pas s'étonner que pour ces dernières ils n'aient pas réussi à comprendre la relation entre la structure et le changement opéré par le dessèchement dans les dites cellules, d'où dépend la dissémination chez les Géraniacées.

En 1873, HILDEBRAND<sup>1</sup> a vu que „die Theilfrüchte“ de l'Érodiûm sont rejetés avec élan et que le bec en est tordu.

En 1878, STEINBRINCK<sup>2</sup> a vu que les graines étaient lancées au dehors chez certains Géraniûms (*G. sanguineum*, *G. palustre*, *G. pratense* et *G. dissectum*) tandis que chez d'autres espèces (*G. molle*, *G. pusillum*, *G. lucidum*, *G. robertianum* et *G. pyrenaicum*) la valve se resserre autour de la graine et est rejetée avec celle-ci. Il a remarqué encore le ressaut qui se trouve sur la valve du fruit des espèces d'abord mentionnées, et il a distingué le cas où le ressaut est fourni de soies, et le cas où ces soies font défaut (chez *G. dissectum*); et il en a compris la fonction. Il a observé aussi au bout de la valve du fruit chez *G. robertianum* quelques long „poils“ à l'aide desquels il a vu les valves rejetées s'attacher à d'autres plantes. Il suppose que „wahrscheinlich“ le vent les emporte plus loin<sup>3</sup>. STEINBRINCK a remarqué de son côté que la valve du fruit se ferme autour de la graine chez *Erodiûm* et *Pelargonium*, et que ce n'est que la partie inférieure de la valve du style de ces genres qui se tord en hélice. Aussi a-t-il observé que les valves du *Pelargonium* sont emportées par le vent.

Il a vu correctement que la valve du fruit est fendue en

<sup>1</sup> HILDEBRAND, F.: Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus. (Jahrb. f. wiss. Bot. IX. Leipzig 1873-74, p. 265-272).

<sup>2</sup> STEINBRINCK, C.: Untersuchungen über das Aufspringen einiger trockenen Pericarprien. (Bot. Zeitung. 36 Jahrg. 1878, p. 561-565, 577-582, 593-598, 609-613.)

<sup>3</sup> Je n'ai pas mentionné ces „poils“ dans mes propres recherches parce que je ne sais rien quant à leur importance. Et je ne saurai ni affirmer ni nier la dite supposition de STEINBRINCK.

bas dans le côté dorsal chez les espèces de *Geranium* où la valve s'en va avec la graine, question sur laquelle je reviendrai.

Il me semble que STEINBRINCK, dans son mémoire suivant<sup>1</sup>, ne fait pas avancer la question. Et il en est de même des mémoires de DU SABLON<sup>2</sup> et de ZIMMERMANN<sup>3</sup>.

Une position bien remarquable est occupée par OLBERS<sup>4</sup>. Parmi les Géraniums l'auteur a examiné cinq espèces: *G. sanguineum*, *G. columbianum*, *G. robertianum*, *G. lucidum* et *G. pusillum*. Entre ces cinq espèces les trois dernières rejettent la valve avec la graine. Néanmoins, l'auteur dit pour toutes les espèces de *Geranium* qu'elles lancent la graine au dehors. Qu'il n'ait pas été à même de voir dans la nature comment se comportent ces plantes, il n'y a rien d'étonnant à cela. C'est tout simplement un exemple comme nous en fournirait en abondance l'histoire de la science — ou ce qui revient au même: l'histoire des erreurs humaines — prouvant combien les hommes sont aveugles lorsqu'ils ont une opinion préconçue. L'essentiel pour cet auteur, c'est d'avoir lu un Cours de Botanique lequel lui disait que les espèces de *Geranium* lancent la graine au dehors, tandis que chez l'*Erodium* et le *Pelargonium* la graine ne sort pas. S'il a mal lu dans le livre de la nature l'auteur de ce mémoire n'a pas su mieux lire les publications antérieures: l'ouvrage premièrement mentionné de STEINBRINCK est cité dans la bibliographie donnée à la fin du mémoire d'OLBERS; or dans cet ouvrage STEINBRINCK,

<sup>1</sup> STEINBRINCK, C.: Ueber die Abhängigkeit der Richtung hygroskopischer Spannkräfte von der Zellwandstruktur. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. VI. Berlin 1888, p. 385—398.)

<sup>2</sup> DU SABLON, L.: Recherches sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec. (Ann. des sc. nat. 6<sup>e</sup> Série. XVIII. Paris 1884, p. 43—46.)

<sup>3</sup> ZIMMERMANN, A.: Ueber mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte mit besonderer Berücksichtigung der Torsionserscheinungen. IV. Krümmung und Torsion der Geraniaceen-Grannen. (Jahrb. f. wiss. Bot. XII. Leipzig 1879—1881, p. 567—574.)

<sup>4</sup> OLBERS, A.: Bidrag till kändedom om fruktväggens byggnad. (Öfv. af kongl. Vetenskaps-Akad. Förh. XLII. 1875. Stockholm 1885—86, Hefte 5, p. 95—119.)

comme je viens de le rappeler, disait au sujet de ces trois espèces qu'elles ne lancent pas les graines au dehors. Cela n'a servi à rien, et l'auteur savait d'avance ce qui en était. Son aveuglement apparaît particulièrement dans ce passage où il prétend rapporter l'opinion de Lange (p. 96): „Dans son „Haandbog i den Danske Flora“, LANGE nous dit à la page 308 au sujet du *Geranium*: „Au moment de la maturité, les cordes du style sont recourbées par en bas en forme d'hélice; le fruit est un schizocarpe qui se divise en 5 parties; celles-ci sont des utricules 1-séminés, lisses à l'intérieur.“ (Selon LANGE un utricule est „un fruit à une ou a très peu de graines, ressemblant à un akène mais déhiscent, et muni d'un péricarpe mince, le plus souvent membraneux.“) Le même livre dit au sujet de l'*Erodium*: „Au moment de la maturité les cordes du style sont tordues en spirale, le fruit est pareil au fruit du genre précédent, les parties touffues à l'intérieur“ (pag. 309). Ainsi Lange soutient que le *Geranium* lance ses graines au dehors — point auquel ne se sont pas attachés les auteurs précédents — mais il a commis une erreur en attribuant à l'*Erodium* la même particularité.“ Il est facile de voir que LANGE ne dit rien qui puisse faire soupçonner l'opinion que lui attribue OLBERS; LANGE n'a pas pu commettre la dite „erreur“ parce qu'il n'en dit pas un seul mot. Et son indication de la conformité entre les deux genres quant au fruit est parfaitement correcte, étant donnée la portée de ses remarques. LANGE n'était pas un grand homme, mais il n'a pas mérité le mépris qu'on lui a parfois marqué.

Du reste OLBERS aurait bien pu citer d'autres „erreurs“ chez LANGE: Dans „Prodromus floræ Hispanicæ“, III, Stuttgart 1880, WILLKOMM et LANGE disent sous la diagnose du genre *Geranium* (p. 524): „*Carpidia matura caudae saepius*<sup>1</sup> *circinnatim revolutae et stylo suspensae adhaerentia v. rarius ab eodem soluta*<sup>1</sup>...“. Quant à Sectio III, *Columbianum* KOCH, ils disent

<sup>1</sup> Souligné par moi.

(p. 528): „*carpidia cauda persistente (G. pusillo excepto*<sup>1</sup>) *suspensa.*“ Et quant à Sectio IV, *Robertianum* PIC. ils s'expriment ainsi (p. 530): „*Carpidia matura cito a cauda soluta*<sup>1</sup>.“

Que ce ne soit pas chose facile que de découvrir les mérites du mémoire d'OLBERS, je le comprends en constatant qu'il n'est pas même cité par HEDLUND, lequel est pourtant lui aussi un Suédois. Mais qu'il a tout de même du mérite, c'est ce qui me fut démontré par le soin que prit M. le professeur WARMING d'en faire insérer un résumé — avec le „schizocarpe biologique“ de l'Érodium et du Pélargonium — dans „Bot. Centralblatt“ vol. XXI, 1885, p. 318. J'ai découvert, après une lecture soigneuse, que ce mémoire contient une confirmation d'une des vérités les plus anciennes et les plus importantes qui aient été émises sur la génération et l'hérédité: tel père, tel fils.

Le mémoire de HEDLUND<sup>2</sup> sur le *Geranium bohemicum* L. est le dernier — que je sache — qui traite le sujet en question. Selon moi, c'est la meilleure étude qui ait paru sur cette question. Il donne beaucoup plus que ne nous promet son titre, car il contient une indication de la manière dont se comportent un grand nombre d'espèces appartenant au genre *Geranium*. Il est impossible de donner un abrégé de toutes ces espèces; je me bornerai donc à mentionner les points suivants. Chez un petit nombre d'espèces, par ex. *Geranium cucullatum* H. B. et K., *G. Semanni* PEYR., *G. divaricatum* EHRH. et *G. tuberarium* CAMB. le bec réduit n'est pas à même de rejeter les valves ou les graines<sup>3</sup>.

HEDLUND appelle encore notre attention sur le fait que chez certaines espèces du „type *G. cinereum*“, après le dégagement,

<sup>1</sup> Souligné par moi.

<sup>2</sup> HEDLUND, T.: Om frukten hos *Geranium bohemicum*. (Botaniska Notiser för året 1902, Lund 1902, p. 1—45.)

<sup>3</sup> Malheureusement l'auteur ne nous dit pas ce qui se passe alors chez ces espèces. Dans *G. divaricatum* EHRH. selon WILLKOMM et LANGE (l. c. p. 526), les valves du fruit sont „transverse rugosa“.

la valve du style est tordue un peu en hélice, tandis que le bec n'est pas tordu. Chez le „type *G. favosum*“, qui rejette aussi la valve renfermant la graine, le bec en haut est tordu un peu à gauche („suivant le soleil“); Hedlund considère comme une conséquence de cette disposition le fait que la valve du style, en se détachant, est aussi tordue un peu à gauche. Il en est de même chez *G. bohemicum*, lequel se distingue en ce que la valve du fruit n'est pourvue d'aucun appareil pour renfermer la graine avant que celle-ci ne soit lancée dehors. Elle est pourtant empêchée de tomber par les étamines. Malheureusement je ne connais pas cette espèce, — car une plante qui pousse dans notre Jardin Botanique sous le nom de *G. bohemicum* L., ne correspond pas à la description de HEDLUND — je ne sais donc pas s'il faut modifier ce que j'ai dit plus haut (p. 115), à savoir qu'on peut juger par la forme de la valve du fruit, si l'espèce en question lance au dehors la graine seule ou si elle rejette aussi la valve. Voilà pourquoi je mentionne que HEDLUND a vu que *G. phæum* rejette la valve du fruit, chose que je n'ai pu que présumer.

Finalement, le mémoire de HEDLUND a ce mérite que l'auteur possède une compréhension plus claire des conditions mécaniques qu'aucun de ses prédécesseurs. Ainsi il a justement compris que, pour que la graine (ou la valve) puisse être rejetée, il faut qu'il y ait non seulement une force tendant à l'éloigner mais encore un obstacle à cette force<sup>1</sup>. Aussi HEDLUND a parfaitement bien compris que chez le *Geranium* la chose essentielle c'est le rétrécissement du sillon pour la valve du style; mais il ne s'avance pas plus loin dans cette question.

Notre bibliothèque botanique n'est pas copieusement pour-

<sup>1</sup> Comme HEDLUND dit que HILDEBRAND a appelé l'attention sur cette condition indispensable je reconnais que certainement HILDEBRAND en fait mention au sujet d'*Erodium*: mais tout de même il en a une idée bien vague, car non seulement tout ce qu'il en dit est incorrect, mais en somme il lui manque toute compréhension de la mécanique.

vue de Cours de botanique anglais. Comme cependant je désirais savoir s'il n'y avait pas un seul pays au monde où les auteurs de manuel tinsent compte des recherches des savants, j'ai prié mon ami le Rev. Th. R. R. STEBBING de vouloir bien copier pour moi des passages de quelque manuel anglais relatifs à la dissémination des Géraniacées. Il fut assez aimable pour me donner une copie de SYDNEY H. VINES: A Student's Text-book of Botany 1895, p. 612, dont je citerai ceci: „Geranium . . . in most species the seed is expelled on the sudden rulling up of the awn; *Geranium pratense*, *sylvaticum*, *columbianum* and other species, the Cranes-bills are wild in England; *G. Robertianum*, Herb Robert, is universally distributed.“

En rendant compte de mes propres recherches, j'ai dit que je ne savais pas quelles sont les forces qui tendent à dilater ou à resserrer la valve du fruit, si ces deux forces se trouvent dans les deux espèces de valves ou si elles sont de même vigueur dans les deux cas. C'est que je n'avais pas emporté à Möen mon microscope et que j'ai dû me contenter de travailler avec une loupe. Mais j'espère pouvoir attendre l'avenir sans trop de crainte, bien que j'aie étudié des plantes vivantes, et bien que je ne puisse renoncer aux figures qui accompagnent mon mémoire: je songe ici à ce qu'écrivait, il y a longtemps déjà, le professeur EUG. WARMING qui jouit dans notre pays d'une grande autorité: „L'histoire de l'Euphorbe donnera aussi l'éveil à ceux qui s'attendent à des prodiges de l'anatomie et de l'embryologie pour les progrès de la botanique, et en général pour la compréhension de tout le système naturel, et qui regardent avec dédain les herbiers et ceux qui s'en occupent. ROB. BROWN qui était pourtant un „ramasseur de foin“ et qui travaillait avec du „foin“ séché, obtint sans microscope et sans publier un seul tableau des résultats bien plus précieux et bien plus durables au sujet de l'inflorescence

de l'Euphorbe que les spécialistes français en organogénèse avec leurs microscopes et leurs planches magnifiques<sup>1</sup>.

A mon insu, cependant, les recherches microscopiques, indispensables pour décider si les dites forces se trouvaient dans les deux espèces de valves du fruit, étaient déjà faites. STEINBRINCK qui, dans son mémoire premièrement cité, dépeint la structure de la valve du fruit chez le *Geranium*, dit (p. 610): „Was nun den anatomischen Bau der *Fruchtfächer* anbetrifft, so ist derselbe bei den *samenschleudernden* Arten sofort verständlich. Die derben Fachwände dieser Arten enthalten nämlich ausser dem Parenchym zwei Lagen verholzter faserähnlichen Zellen. Die innere ist die Innenepidermis, deren Elemente im Allgemeinen quertangential gelegt sind (. . . .); die äussere ist die Hartschicht, welche aus ebenso geformten aber vertical gestellten Fasern besteht (. . . .). Die Elemente beider Lagen sind in gleichem Grade verdickt und anscheinend gleichmässig quellbar<sup>2</sup>. Es entspricht daher den Beobachtungen an anderen Früchten, wenn die Spalte des Faches sich bei der Austrocknung in der horizontalen Richtung bedeutend erweitert, in der verticalen beträchtlich verkürzt (. . . .). Beide Veränderungen treffen hauptsächlich den Basaltheil, weil beiderlei Fasern an der Spitze der Spalte aus der oben angegebenen in eine schiefere Lage übergehen (wobei sie aber rechtwinkelig gekreuzt bleiben . . . Grössere Schwierigkeiten<sup>3</sup> macht die Deutung der Formänderungen bei den übrigen *Geranium*-Arten, sowie bei *Pelargonium* und *Erodium*. Da diese ihre Spalten über dem Samen zusammenschliessen, sollte man a priori gerade die entgegengesetzte Richtung der Fasern, nämlich *verticale Lagerung der innern und Horizontalstellung der äusseren*<sup>3</sup> vermuthen. Trotzdem ist die Anordnung der

<sup>1</sup> Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn for 1871, p. 103.

<sup>2</sup> Souligné par moi.

<sup>3</sup> Par un lapsus calami le texte porte: „Horizontalstellung der inneren und verticale Lagerung der äusseren.“

Fasern dieselbe wie bei den vorher betrachteten Arten. Bei *Geranium* und *Pelargonium* scheint nun nach den bisherigen Untersuchungen der Verschluss durch die Form und den Bau der Spaltenränder hervorgerufen zu werden. Bei *Geranium Robertianum* z. B. beschränkt sich die Spalte nicht auf die Innenseite des Faches, sondern sie zieht sich, da der grössere Theil seiner Basalwand an der grünen Frucht von dünnwändigem, an der Mittelsäule haften bleibenden Gewebe eingenommen wird, auch über diese Wand hin (. . . .). Daher kann sich die verticale Einwärtskrümmung der Basis, die für die samenschleudernden Arten charakteristisch ist, hier nicht geltend machen. Da nun die Innenepidermiszellen, welche die horizontale Basalspalte einfassen, ihr fast parallel ziehen und zugleich stark verdickt sind, so werden die Ränder derselben nach innen umgeknickt. Dieselbe Veränderung erfahren die Ränder an der Spitze des Faches, da auch dort die Innenepidermis stark verdickt und den Rändern nahezu parallel, d. h. schief von oben nach unten gerichtet sind.“

J'ai cité tout ce long passage afin de prouver que dans les valves du fruit se trouvent les deux forces qui séparément dilateraient où resserreraient la valve. Car voilà ce que STEINBRINCK lui-même n'a pas complètement compris. Les cellules prosenchymatiques lignifiées, placées plus en dehors et *verticalement*, tendront à dilater la valve, tandis que celles qui sont placées en dedans et *horizontalement*, tendront à la fermer. Et il en est ainsi pour les deux espèces de valves. J'ai déjà démontré plus haut que non seulement dans un des deux cas, mais dans tous les deux, la forme de la valve du fruit est un élément décisif. Il résulte des recherches de STEINBRINCK — ou en tout cas il paraît en résulter — que les cellules placées en dedans et horizontalement, sont plus fortement développées que les cellules verticales placées plus en dehors dans les valves qui se resserrent. Je supposerais à priori que les cellules verticales placées plus en dehors sont

les plus fortes dans les valves qui se dilatent. Mais il faudra des recherches nouvelles pour trancher cette question. Et maintenant, l'hiver étant venu, je n'aurai pas, moi du moins, l'occasion de faire de telles recherches.

Je prie M. M. BALSLEV, POULSEN et RAUNKJÆR d'agréer mes remerciements sincères pour l'amabilité qu'ils m'ont témoignée de la manière que j'ai dite. Sans leur bienveillance, je n'échapperais point au reproche d'avoir estimé trop haut la connaissance bibliographique que possèdent les auteurs savants des Cours de Botanique. Et je ne me consolerais pas suffisamment par la pensée que personne ne me reprochera d'avoir estimé trop haut leur intelligence.

Mais je remercie plus encore mes anciens élèves qui m'ont mis à même de faire ces recherches.

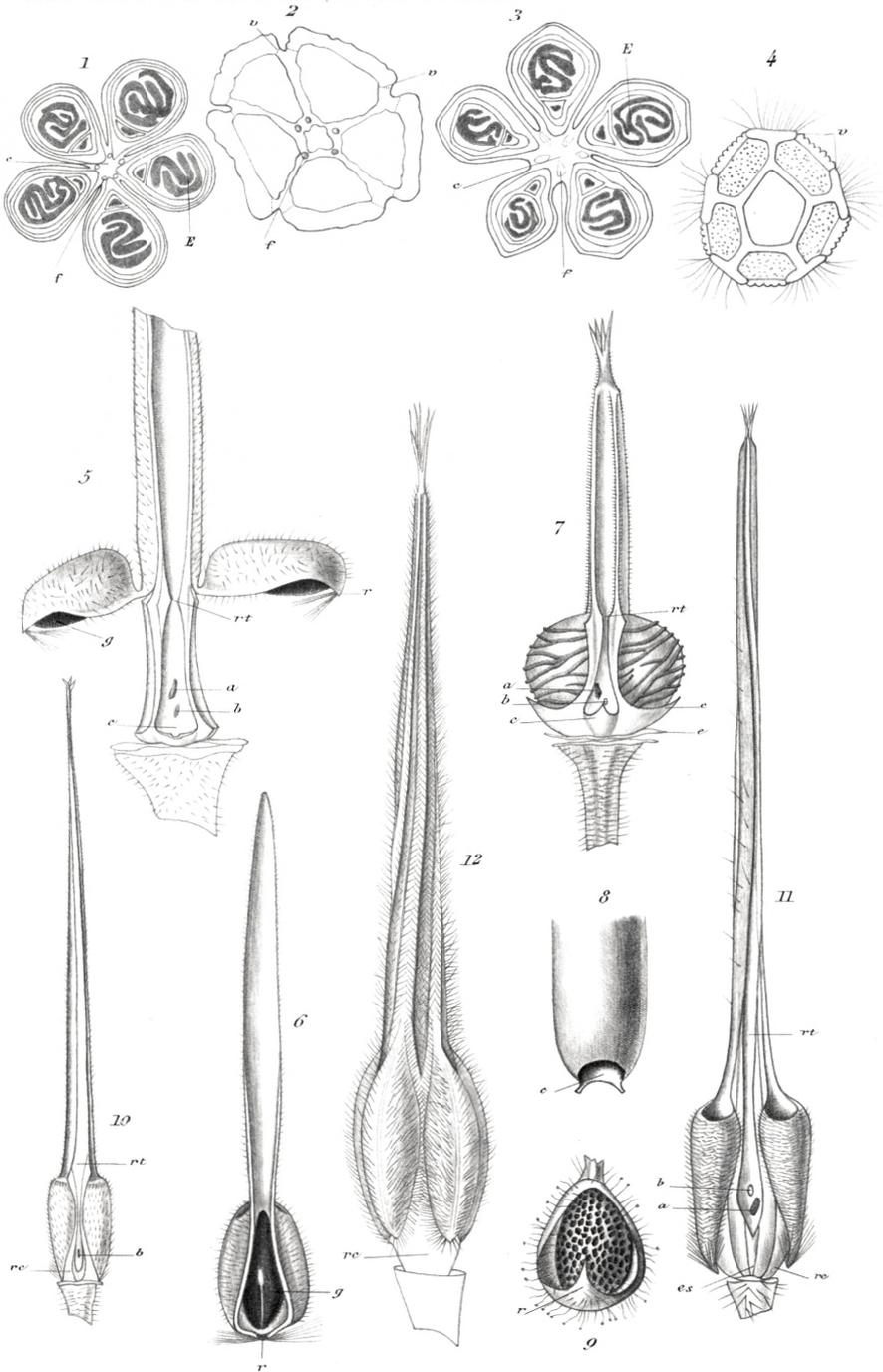
---

### Explication des Figures.

- Fig. 1. *Geranium sibiricum* L. La partie grosse du fruit encore vert, coupée transversalement. — *c*, la partie centrale, probablement le réceptacle. — *f*, quelques faisceaux fibro-vasculaires. — *E*, embryon coupé.
- Fig. 2. *Geranium sibiricum* L. La partie inférieure du „bec“ coupée transversalement. — *v*, les limites d'une valve du style. — Les autres lettres comme dans la Fig. 1.
- Fig. 3. *Erodium manescavi* BUB. La partie grosse d'un fruit vert coupée transversalement. — Les lettres comme dans la Fig. 1.
- Fig. 4. *Pelargonium erectum* SW. Le „bec“ d'un fruit près de la maturité, coupé transversalement, environ à mi-hauteur. On voit les cavités du „bec“ remplies de poils très serrés, qui sont attachés à la face intérieure de la valve du style. — Les lettres comme dans la Fig. 2.
- Fig. 5. *Geranium sibiricum* L. La partie inférieure d'un fruit pris vert et mûri ensuite. La valve tournée vers le spectateur est éloignée. — *a*, ovule avorté. — *b*, cicatrice du funicule de la graine mûre. — *c*, élargissement en forme de coupe du sillon apparaissant sur la colonne centrale par suite du détachement de la valve. — *rf*, le rétrécissement du dit sillon dont les bords retiennent la valve du style. — *r*, ressaut à la valve du fruit, portant les deux touffes de poils.

- Fig. 6. *Geranium sibiricum* L. Valve entière d'un fruit presque mûr. La dilatation de la valve du fruit vient de commencer; et les poils que porte *r* (le ressaut) viennent de commencer leur départ de la position primitive.
- Fig. 7. *Geranium molle* L. Fruit à peine mûr. La valve tournée vers le spectateur est écartée. — Les lettres comme dans la Fig. 5. — On voit comment *c*, la dite coupe, s'allonge en pointe.
- Fig. 8. *Geranium molle* L. La partie inférieure d'une valve du style. — *e*, l'éminence à laquelle la valve du fruit a été attachée.
- Fig. 9. *Geranium dissectum* L. Une valve du fruit, complètement mûr. — *r*, le ressaut, très long dans cette espèce et ne portant pas de poils.
- Fig. 10. *Erodium manescavi* BUB. Un fruit presque mûr. La valve tournée vers le spectateur est éloignée. — *rc*, le réceptacle sous les ovaires. — Les autres lettres comme dans la Fig. 5.
- Fig. 11. *Erodium cicutarium* L. Un fruit presque mûr. La valve tournée vers le spectateur est éloignée. — *es*, espace où la déhiscence se fait dans la paroi de la carpelle. — Les autres lettres comme à la Fig. 10.
- Fig. 12. *Pelargonium erectum* SWEET. Un fruit presque mûr. On voit que le bec n'est pas tordu en haut. — *rc*, le réceptacle sous les ovaires.
-





## LUFTARTERS VARMELEDNING OG ACCOMMODATIONS- KOEFFICIENT

AF

MARTIN KNUDSEN

(FORELAGT I MØDET DEN 27. JAN.)

### I. Indledning.

Alerede KUNDT og WARBURG<sup>1</sup> henledte Opmærksomheden paa, at naar Varme ledes fra et fast Legeme til en Luftart eller omvendt, maa der findes et Temperaturspring ved det faste Legemes Overflade. Ved den eksperimentelle Paaavisning af dette Forhold fandt SMOLUCHOWSKI<sup>2</sup> en større Værdi for Temperaturspringet i Brint end i Luft og udtaler Formodning om, at Brintmolekulerne paa Grund af deres ringe Masse kun udveksler en ringe Del af deres levende Kraft ved Sammenstød med et fast Legemes Molekuler.

Ved en Række eksperimentelle Undersøgelser, som jeg har foretaget over Radiometerkræfter (et absolut Manometer) med det Formaal at finde Loven for Luftmolekulernes Tilbagekastning fra en fast Væg, fandt jeg, at Luftarterne ved meget lave Tryk ikke leder Varmen saa godt, som man skulde vente i Følge den kinetiske Luftteori. Især for Brintens Vedkommende fandtes en betydelig Afvigelse, som jeg ikke kunde

<sup>1</sup> A. KUNDT und E. WARBURG, *Ann. d. Phys.* **156** p. 177. 1875.

<sup>2</sup> M. SMOLUCHOWSKI RITTER VON SMOLAN, *Ann. d. Phys.* **64** p. 101. 1898.

forklare paa anden Maade end, at Luftmolekulerne ved at støde mod en fast Væg under de anvendte Forsøgsbetingelser ikke opnaar den Hastighed, som svarer til Væggens Temperatur, naar Luftmolekulerne kommer ind mod Væggen med en anden Hastighed. Dette Resultat syntes mig den Gang at være meget mærkeligt, thi ved en tidligere Undersøgelse over Luftarters molekulare Strømning gennem snævre Rør mente jeg at have konstateret, at den Retning, i hvilken et Molekul tilbagekastes fra en fast Væg, er fuldstændig uafhængig af Indfaldsvinklen. Det laa nær at antage, at denne Lov for Tilbagekastningsretningen havde sin Aarsag i, at Luftmolekulerne trængte et Stykke ind mellem det faste Legemes Molekuler, før de atter blev udsendt (eller med MAXWELL's Udtryk "evaporated"), eller at Luftmolekulerne absorberes i det faste Legeme, før de atter afgives. Den følgende Undersøgelse vil vise, at denne Betragtningmaade kun er holdbar under Forudsætning af, at der ved et enkelt Stød mellem et Luftmolekul med en vis Energimængde og et enkelt af et fast Legemes Molekuler med en anden Energimængde gennemsnitlig kun foregaar en meget ringe Energiudveksling, saa der skal et betydeligt Antal Stød til, før en kendelig Forandring har fundet Sted i Luftmolekulets Energimængde. Denne Forudsætning synes lidet rimelig, hvorfor det vil være naturligt at antage, at Luftmolekulerne ved at støde mod et fast Legeme gennemsnitlig kun kommer i Vekselvirkning med et enkelt eller nogle faa af det faste Legemes Molekuler, hvorved en ufuldstændig Energiudligning synes lettere forstaaelig. Vi maa saaledes antage, at der ikke foregaar nogen nævneværdig Absorption (eller Adsorption), men at et Luftmolekul ved et enkelt eller nogle ganske faa Stød mod Molekuler af et fast Legeme kan faa sin Hastighedsretning forandret, saa den ovenfor nævnte Lov om Retningerne beholder sin Gyldighed i hvert Fald for saa vidt, som jeg ikke eksperimentelt har kunnet paavise Afvigelser fra den.

Ved en Række Varmeledningsbestemmelser i mange forskellige Luftarter fandt F. SODDY og A. J. BERRY<sup>1</sup> den Lovmæssighed, at jo mindre en Luftarts Vægtfylde er, desto mere afviger dens Varmeledningsevne fra den teoretisk bestemte Værdi, hvilket Resultat er ret uafhængigt af den benyttede teoretiske Formel. Disse Forfattere nævner med et vist Forbehold en lignende Forklaring paa Fænomenet, som den ovenfor anførte, men efter et senere Arbejde, af hvilket jeg kun har set et ganske kort Referat, synes denne Forklaring dem uholdbar.

Nu er det en kendt Sag, at man ved Hjælp af den kinetiske Luftteori ikke er i Stand til fuldt ud at gøre Regnskab for Luftarternes Varmeledning ved almindeligt Tryk, og i Følge det ovenstaaende synes det altsaa, som om der ved meget lave Tryk, hvor Teorien dog kunde ventes at blive langt simplere, ogsaa findes Afvigelser mellem Teori og Eksperiment, og at disse Afvigelser kan blive forholdsvis langt større end ved almindelige Tryk. Jeg har derfor stillet mig den Opgave at undersøge, om man tør antage den ovenfor nævnte Forklaring paa Afvigelsen for den rette, og om man kan ændre Forsøgsbetingelserne saaledes, at man faar Overensstemmelse mellem Forsøgsresultater og Teori og eventuelt derigennem finde nogen Lovmæssighed for Hastighedsudvekslingen ved Stødet mellem Luftmolekuler og en fast Væg.

Hr. cand. mag. SOPHUS WEBER har ydet fortrinlig Assistance under hele Arbejdet, hvorfor jeg takker ham. *Carlsbergfondets* Direktion skylder jeg Tak for en Bevilling til Instrumenter.

## II. Sammenstilling af Undersøgelsesresultaterne.

a) Ved den kinetiske Teoris Anvendelse paa Varmeoverførelsen gennem Luften mellem to parallelle og ulige varme Plader findes under Forudsætning af, at Pladernes Afstand er

<sup>1</sup> F. SODDY and A. J. BERRY, Proc. Roy. Society, Series A, Vol. 83, p. 254. 1910.

forsvindende i Sammenligning med Luftmolekulernes Middel-  
vejlængde og Pladernes Dimensioner, at

$$Q = S\tau(T'_1 - T'_2)p\varepsilon$$

hvor  $Q$  betyder den overførte Varmemængde i Gramkalorier,  $S$  Pladernes Areal i  $\text{cm}^2$ ,  $\tau$  Tiden i Sekunder,  $T'_1 - T'_2$  Pladernes Temperaturforskel i Celsiusgrader,  $p$  Luftens Tryk i  $\text{Dyn/cm}^2$  og  $\varepsilon$  den molekulare Varmeledningskoefficient, for hvilken Teorien giver Værdien

$$\varepsilon = 43,46 \cdot 10^{-6} \frac{\frac{c_p}{c_v} + 1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} \frac{1}{\sqrt{MT}}$$

hvor  $c_p$  og  $c_v$  er Luftartens Varmefylde henholdsvis ved konstant Tryk og konstant Rumfang.  $M$  er Luftartens Molekultal og  $T$  Luftens absolute Temperatur, dør hvor Trykket  $p$  maales.

$$\text{Faktoren } 43,46 \cdot 10^{-6} = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sqrt{\frac{M}{273\rho_0}} \frac{1}{J}$$

hvor  $\rho_0$  er Luftartens Vægtfylde ved  $0^\circ$  og Trykket 1  $\text{Dyn/cm}^2$ , og  $J$  er Varmeækvivalentet  $J = 4,186 \cdot 10^7$ .

Man ser af Formlen, at den molekulare Varmeledningskoefficient  $\varepsilon$  kun afhænger af Luftartens Natur og kun forandres med Trykket, forsaavidt som  $\frac{c_p}{c_v}$  gør det.  $\varepsilon$  er saaledes uafhængig af Pladernes Afstand og Beskaffenhed.

b) Ved den eksperimentelle Undersøgelse findes, at den overførte Varmemængde eller den deraf beregnede tilsyneladende Varmeledningskoefficient  $\varepsilon'$  i alle Tilfælde er mindre end den Værdi  $\varepsilon$ , som findes af Teorien. Den tilsyneladende Varmeledningskoefficient  $\varepsilon'$  findes at forandre sig med de benyttede Fladers indbyrdes Størrelse og deres Beskaffenhed, idet  $\varepsilon'$  nærmer sig mere og mere til  $\varepsilon$ , naar Fladernes Ruhed forøges. Under iøvrigt lige Omstændigheder findes  $\varepsilon'$  at være en meget mindre Brøkdelen af  $\varepsilon$  i Brint end i Ilt og Kulsyre.

c) Teorien modificeres ved Indførelsen af Begrebet Ac-

accommodationskoefficienten  $a$ , der er Forholdet mellem to Temperaturdifferenser

$$a = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_2'}$$

hvor  $T_1$  betyder Temperaturen af den Luftmolekulgruppe, som kommer ind mod en fast Væg, og  $T_2$  betyder Temperaturen af Luftmolekulgruppen, som forlader Væggen, hvis Temperatur er  $T_2'$ . Ved Temperaturen af en Molekulgruppe forstås her den Temperatur, som en Luftmasse bestaaende af Gruppens Molekuler vilde have, hvis Hastighederne uden at forandre Størrelse fordeltes ligeligt i alle Retninger.

d) Har man maalt Accommodationskoefficienten for en given Luftart og en given Overflade, og kaldes den tilsyneladende molekulare Varmeledningskoefficient  $\varepsilon' = \varepsilon_{11}$ , der er bestemmende for den Varmemængde, der overføres mellem to saadanne plane og parallelle Overflader, vil  $\varepsilon_{11}$  være forbundet med  $\varepsilon$  ved Ligningen

$$\varepsilon_{11} = \frac{a}{2-a} \varepsilon.$$

e) Er  $a = 1$ , der er dens Maksimumsværdi, bliver  $\varepsilon_{11} = \varepsilon$ . Den molekulare Varmeledningskoefficient  $\varepsilon$  kan derfor opfattes som den Værdi, mod hvilken den tilsyneladende Værdi  $\varepsilon_{11}$  konvergerer, naar Fladerne gøres mere og mere ru eller som den molekulare Varmeledningskoefficient for en Luftart mellem absolut ru Overflader.

f) Er Accommodationskoefficienten  $a$  for den ene Overflade og 1 for den anden, bliver den tilsyneladende molekulare Varmeledningskoefficient  $\varepsilon_{1\infty}$  forbundet med  $\varepsilon$  ved Ligningen

$$\varepsilon_{1\infty} = a\varepsilon.$$

g) De tre Varmeledningskoefficienter er forbundne ved Ligningen

$$\frac{2}{\varepsilon_{1\infty}} = \frac{1}{\varepsilon_{11}} + \frac{1}{\varepsilon}.$$

h) Den ved Indførelsen af Accommodationskoefficienten modificerede kinetiske Teori anvendes paa Varmeoverførelsen

mellem to koncentriske Glas cylindre. Teorien fordrer, at den Varmemængde, som den indre Cylinder afgiver, skal blive større paa kendt lovmæssig Maade, naar den ydre Cylinders Diameter forøges i et kendt Forhold, til Trods for, at Tykkelsen af det Luftlag, hvorigennem Varmen ledes, ogsaa forøges derved.

Maalingerne bekræfter Teorien, og  $a$  findes for den glatte Glasoverflade og Brint at være  $a = 0,26$ . Den teoretiske Værdi for  $\varepsilon$  er ved  $0^\circ$  for Brint  $\varepsilon = 10,968 \cdot 10^{-6}$  gr. cal., hvoraf  $\varepsilon_{11}$  og  $\varepsilon_{1\infty}$  kan beregnes.

i) Accommodationskoefficienten for en porøs Gibsoverflade er omtrent den samme som for en Glasoverflade.

k) Accommodationskoefficienten for en blank og glat Platinoverflade findes af Ligningen  $a = \frac{\varepsilon_{1\infty}}{\varepsilon}$ , idet Varmeafgivelsen fra en Platintraad, der var udspændt i et vidt Glasrør, maales. For Brint ved  $0^\circ$  findes  $a = 0,26$ .

l) Ved Forsøg med Varmeafgivelsen fra en Wollastontraad findes, at  $a$  er uafhængig af Temperaturforskellen mellem Traaden og det omgivende Glasrør. Der udførtes 5 Maalinger med Temperaturforskelle af forskellig Størrelse fra  $27^\circ$  til  $134^\circ$ . De fundne Variationer i  $a$  viste ingen nævneværdig Gang, og Maalingerne udførtes med en saadan Nøjagtighed, at Middelfavgivelsen fra Middeltallet kun beløb sig til 3 Promille af dette. I det hele taget kunde de tilsyneladende molekulare Varmeledningskoefficienter for tynde Platintraade og Platinbaand maales med overraskende stor Nøjagtighed.

m) Ved Maaling med Wollastontraaden findes med Benyttelse af forskellige Bade, i hvilke Traadens Glashylster nedsættes, at Varmeafgivelsen ved flydende Lufts Temperatur er mere end dobbelt saa stor, som den er ved  $0^\circ$ , svarende til, at den molekulare Varmeledning er omvendt proportional med Kvadratoden af den absolute Temperatur.

n) Accommodationskoefficienten for Brint forøges ved Af-

køling fra  $0^\circ$  til  $-192^\circ$  fra 0,350 til 0,423. Dens Temperaturkoefficient er følgende  $-0,001$ .

o) Luftkølingen for den tynde Wollastontraad (Diameter ca. 0,003 mm.) er meget betydelig ved høje Lufttryk. Ved en Atmosfæres Brintryk afgiver Traaden ca. 20000 Gange saa megen Varme ved Ledning, som den afgiver ved Straaling.

Varmeafgivelsen fra meget tynde Traade er særlig anvendelig til Trykmaaling.

p) Ved Forsøg med et tyndt blankt men ikke helt glat Platinbaand (Doublé 0,001 mm. tykt) findes ved Stuetemperatur for Brint  $a = 0,36$ . Ved Paaførelse af et tyndt Lag Platinsort bliver  $a$  betydelig forøget og næsten fordoblet ved Paaførelse af et tykt Lag Platinsort. For Ilt og Kulsyre er  $a$  for det blanke Baand noget over 0,8 og for det stærkt platinerede Baand mangler  $a$  kun ca. 4% i at naa den absolute Maksimumsværdi 1. Idet man betragter Molekultødene som en ren mekanisk Proces med Tilbagekastningsretninger bestemt efter cosinus-Loven kan en tilsyneladende plan eller konveks Flade næppe opnaa en højere Værdi for  $a$  end den, som netop er forefundet for Platinsort i Ilt og Kulsyre. Man kan betragte de forefundne Overensstemmelser som et Tegn paa Teoriens Rigtighed specielt den opstillede Afhængighed mellem den molekulare Ledningsevne og begge Varmefylder  $c_p$  og  $c_v$  hidrørende fra, at Atomenergi og translatorisk Energi er fordelt uafhængig af hinanden mellem Molekulerne. Maxwells Fordelingslov vises at gælde. De med forskellige Luftarter og ved forskellige Temperaturer udførte Maalinger af  $a$  passer i de undersøgte Tilfælde med den Antagelse, at jo større en Luftarts Molekularvægt er, desto større er dens Accommodationskoefficient.

q) En Luftarts Varmeledningskoefficient  $\alpha$  ved høje Tryk kan ventes forbundet med den molekulare Varmeledningskoefficient ved Ligningen

$$\alpha = k\varepsilon\rho\lambda$$

hvor  $k$  synes at have samme Værdi for de forskellige Luftarter og at være ca. 1,90.  $p$  er Lufttrykket i Dyn/cm<sup>2</sup> og  $\lambda$  er Middelvejlængden i cm. ved Trykket  $p$ . Af denne Formel følger, at  $\alpha$  ligesom  $\varepsilon$  ikke alene afhænger af Luftartens Varmefylde ved konstant Rumfang men ogsaa af Varmefylden ved konstant Tryk, idet  $\varepsilon$  er proportional med  $\frac{c_p + c_v}{c_p - c_v}$ . For Ilt, Brint og Kulsyre, Helium og Argon passer denne Formel bedre end den, i Følge hvilken Varmeledningen kun skulde afhænge af  $c_v$ .

r) Den af WARBURG definerede Størrelse Temperatur-springskoefficienten  $\gamma$ , gældende for Varmeledningen mellem Flader, der er store og hvis Afstande er store i Sammenligning med Middelvejlængden, er forbundet med Accommodationskoefficienten  $a$  ved Ligningen

$$\gamma = \frac{2-a}{2a} k \lambda$$

hvor  $k$  er ca. 1,9. For Brint og blanke glatte Flader er denne Størrelse ca. 7 Gange saa stor som den Minimumsværdi, naar  $a = 1$ .

### III. Den molekulare Varmeledningsteori for Luftarter mellem absolut ru Overflader.

Et Luftmolekul med Massen  $m$  og den translatoriske Hastighed  $c$  har den levende Kraft  $\frac{1}{2}mc^2$  og desforuden en Energi-mængde hidrørende fra Atombevægelsen i Molekulerne, hvis det indeholder mere end et Atom. Som det vil fremgaa af det følgende, kan denne Energimængde næppe indføres i Regningen paa samme Maade som Energien, der skyldes den translatoriske Bevægelse, hvorfor vi først vil betragte denne alene.

Vi vil antage, at de to Plader  $A_1$  og  $A_2$  (Fig. 1) er absolut ru (analog med absolut sort overfor Lysstraalet) d. v. s. er saaledes beskafte, at ethvert Luftmolekul, som træffer Overfladen af en af Pladerne, trænger ind i Pladen og til-

bagekastes frem og tilbage inde i den et saa stort Antal Gange, at Molekulet, naar det forlader Pladen, har en Middel-hastighed svarende til Pladens Temperatur. I saa Tilfælde tør man utvivlsomt gaa ud fra, at Hastighederne af de Molekuler, som forlader Pladen  $A_1$ , er fordelte efter Maxwells Lov med en vis Middel-hastighed  $\Omega_1$ , medens de Molekuler, som forlader Pladen  $A_2$ , ligeledes er fordelte efter Maxwells Lov men med en anden Middel-hastighed  $\Omega_2$ .

Findes der i Rumfangsenheden mellem Pladerne  $dN_1$  Molekuler med Hastigheder  $c_1$  rettede bort fra Pladen  $A_1$ , modtager  $1 \text{ cm}^2$  af Pladen  $A_2$  af saadanne Molekuler  $\frac{1}{2}dN_1c_1$  Stød i Sekundet. Hvis Molekulerne ikke atter kom ud af Pladen, vilde denne derved faa en Energertilvækst  $dE_1$ , hvor

$$dE_1 = \frac{1}{2}dN_1c_1\frac{1}{2}mc_1^2, \text{ hvoraf}$$

$$E_1 = \frac{1}{4}m \int_{c_1=0}^{c_1=\infty} c_1^3 dN_1.$$

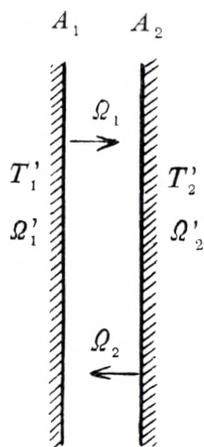


Fig. 1.

I Følge Maxwells Fordelingslov havs  $dN_1 = \frac{4N_1}{V\pi\alpha_1^3} c_1^2 e^{-\frac{c_1^2}{\alpha_1^2}} dc_1$

og altsaa  $\int_{c_1=0}^{c_1=\infty} c_1^3 dN_1 = \frac{4N_1\alpha_1^3}{V\pi}$ , hvor  $\alpha_1$  er den sandsynligste

Hastighed, der er forbundet med Middel-hastigheden  $\Omega_1$  ved

Ligningen  $\alpha_1 = \frac{\sqrt{\pi}}{2}\Omega_1$ , følgelig er  $\int_{c_1=0}^{c_1=\infty} c_1^3 dN_1 = \frac{\pi}{2}N_1\Omega_1^3$  og

$E_1 = \frac{\pi}{8}mN_1\Omega_1^3$ . Analogt hermed modtager Pladen  $A_1$  pr.  $\text{cm}^2$  i Sekundet en Energertilvækst  $E_2$ , hvor

$$E_2 = \frac{\pi}{8}mN_2\Omega_2^3.$$

Denne sidste Størrelse maa være den samme, som afgives derved, at Molekulerne forlader Pladen  $A_2$ , hvorfor dennes

virkelige Energertilvækst pr.  $\text{cm}^2$  i Sekundet  $E_T$  (translatorisk Energi) bliver

$$E_T = \frac{\pi}{8} m (N_1 \Omega_1^3 - N_2 \Omega_2^3).$$

Nu er, som jeg tidligere har vist<sup>1</sup>,

$$N_1 \Omega_1 = N_2 \Omega_2 = \frac{1}{2} N \Omega,$$

hvor  $N$  er Antallet af Molekuler i hver  $\text{ccm.}$  og  $\Omega$  Molekuler-nes Middelhastighed i det Rum, som omgiver Pladerne. Følgelig faar man

$$E_T = \frac{\pi}{16} N m \Omega (\Omega_1^2 - \Omega_2^2). \quad (1)$$

Nu er  $\Omega = \sqrt{\frac{8}{\pi}} \sqrt{\frac{T}{273}} \frac{1}{\sqrt{\rho_0}}$ , hvor  $T$  er den absolute Temperatur af Luften i det Rum, der omgiver Pladerne, og  $\rho_0$  Luftartens Vægtfylde ved Temperaturen  $T = 273^\circ$  og Trykket  $1 \text{ Dyn/cm}^2$ . Indsættes dette tilligemed de analoge Udtryk for  $\Omega_1$  og  $\Omega_2$  i Udtrykket for  $E_T$ , faas

$$E_T = \sqrt{\frac{2}{\pi}} p \frac{1}{\sqrt{\rho_0}} \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{273 T}}. \quad (2)$$

I denne Formel betyder  $T_1$  og  $T_2$  de absolute Temperature af Pladerne  $A_1$  og  $A_2$ ,  $T$  den omgivende Lufts Temperatur.  $E_T$  er her angivet i Erg og  $p$  i  $\text{Dyn/cm}^2$ .

Vi vil nu gaa over til at beregne den Energimængde, som overføres mellem Pladerne paa Grund af, at Molekulerne ikke alene overfører translatorisk Energi men ogsaa Energi, som hidrører fra Atombevægelserne i Molekulerne. Har en given Vægtmængde af en Luftart Molekulenergien  $e_1$  hidrørende fra de translatoriske Bevægelser og Atomenergien  $e_2$ , sætter man som bekendt  $\frac{e_1 + e_2}{e_1} = k$ . Idet  $c_p$  og  $c_v$  er Varmefylden ved konstant Tryk og konstant Rumfang, bliver  $k = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{c_p}{c_v} - 1}$ . Man har altsaa  $e_2 = (k - 1)e_1$ . Hvis man nu heraf turde slutte, at det samme gælder for hvert enkelt Molekul, hvis translatoriske

<sup>1</sup> MARTIN KNUDSEN, Vid. Selsk. Oversigt 1910 Nr. 3 p. 270.

Energi er  $\frac{1}{2}mc^2$ , vilde dets hele Energi være  $\frac{1}{2}mkc^2$ , og man behøvede da blot at multiplicere den ovenfor fundne Værdi for  $E_T$  med  $k$  for at faa den hele ved Varmeledning overførte Energimængde.

Denne Slutning synes migi midlertid ikke berettiget, thi betragter vi to Molekuler, der før et Sammenstød har lige store translatoriske Hastigheder og lige megen Atombevægelsesenergi, kan vi tænke os, at de støder mod hinanden paa en saadan Maade, at deres translatoriske Hastigheder ikke forandres f. Eks. ved et centralt Stød. Der er da ogsaa Mulighed for, at Atombevægelserne bliver uforandrede, men kun Mulighed, thi ved Sammenstød kan Atomerne være orienterede paa mange forskellige Maader i Molekulerne i Forhold til Molekulets Tyngdepunkt og Bevægelsesretning og have meget forskellige Hastigheder, som kun i ganske særlige Tilfælde kan tænkes bevaret uforandret ved Stødet. Ved et Stød som det omtalte vil derfor som Regel foregaa en Forøgelse af det ene Molekuls Atomenergi og en ligesaa stor Formindskelse af det andet Molekuls Atomenergi, selv om de translatoriske Energier er vedblevne at være lige store. Der er med andre Ord ikke længere Proportionalitet mellem den translatoriske Energi og Atombevægelsesernes Energi i hvert af de to Molekuler, men vel i begge Molekuler tagne tilsammen.

Den Antagelse, at Forholdet mellem translatorisk Energi og Atombevægelsesenergi skulde være det samme for hvert enkelt Molekul, kunde maaske paa Forhaand synes den simpleste, og da den synes uholdbar, finder jeg det rimeligst at antage, at de to Energiformer er fordelt ganske uafhængig af hinanden mellem de forskellige Molekuler men dog saaledes, at Middelværdien af den ene er proportional med Middelværdien af den anden. I saa Tilfælde bemærkes, at Pladen  $A_2$  modtager  $\frac{1}{2}dN_1c_1$  Stød pr.  $\text{cm}^2$  pr. Sekund, og at hvert af de stødende Molekuler gennemsnitlig indeholder den translatoriske Energi  $\frac{1}{2}mG_1^2$ , hvor  $G_1^2$  er Middelværdien af de enkelte Molekulers

Hastighedskvadrater. Da Atombevægelsernes Energi er lig  $(k-1)$  Gange den translatoriske Energi, bliver den for hvert Molekul gennemsnitlig  $\frac{1}{2}mG_1^2(k-1)$  og for alle de pr.  $\text{cm}^2$  pr. Sekund stødende Molekuler altsaa  $dE_1' = \frac{1}{4}mG_1^2(k-1)c_1 dN_1$ , hvoraf

$$E_1' = \frac{1}{4}mG_1^2(k-1) \int_{c_1=0}^{c_1=\infty} c_1 dN_1.$$

Nu er  $\int_{c_1=0}^{c_1=\infty} c_1 dN_1 = \Omega_1 N_1$ , hvor  $\Omega_1$  er Middelhastigheden, og altsaa

$$E_1' = \frac{1}{4}mG_1^2(k-1)\Omega_1 N_1.$$

Paa lignende Maade faas

$$E_2' = \frac{1}{4}mG_2^2(k-1)\Omega_2 N_2,$$

hvoraf  $E_A$  den overførte Atombevægelsesenergi bliver

$$E_A = \frac{1}{4}m(k-1)(G_1^2\Omega_1 N_1 - G_2^2\Omega_2 N_2).$$

Nu er  $N_1\Omega_1 = N_2\Omega_2 = \frac{1}{2}N\Omega$ , altsaa

$$E_A = \frac{1}{8}Nm\Omega(k-1)(G_1^2 - G_2^2). \quad (3)$$

Sættes  $\Omega = \sqrt{\frac{\pi}{8}} \sqrt{\frac{T}{273}} \frac{1}{\sqrt{\rho_0}}$  og  $G^2 = 3 \frac{T}{273} \frac{1}{\rho_0}$ , faas

$$E_A = \frac{3}{4} \sqrt{\frac{2}{\pi}} (k-1) p \frac{1}{\sqrt{\rho_0}} \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{273T}}.$$

I Modsætning til den overførte translatoriske Energi  $E_T$  kunde Energimængden  $E_A$  have været beregnet paa sædvanlig Maade ved Hjælp af de kendte Værdier for Luftarternes Varmefylde ved konstant Rumfang.

Havde jeg ligesom enkelte andre Forfattere benyttet denne Fremgangsmaade til Beregningen af Størrelsen  $E_T$ , vilde jeg have fundet en Værdi for  $E_T$ , der er nøjagtig  $\frac{3}{4}$  af den, som tidligere fandtes ved den konsekvente Hensyntagen til Maxwells Fordelingslov. Heraf fremgaar det klart, at Fordelingsloven spiller en meget væsentlig Rolle ved Beregningen af den overførte Energimængde, og det bliver derfor nødvendigt at gøre sig klart, om Maxwells Hastighedsfordelingslov i det hele taget tør anvendes paa det foreliggende Tilfælde.

Skønt man ikke kan forudsætte, at Maxwells Lov har streng Gyldighed for hver af de to Molekulgrupper, der bevæger sig til og fra den ene af Pladerne, kan man dog let indse, om den giver en tilstrækkelig god Tilmærkelse. For at afgøre dette, har jeg i Fig. 2 givet en grafisk Fremstilling af Loven i nogle konkrete Tilfælde. De enkelte Molekulers Hastigheder  $c$  er indført som Abscisse, idet Enheden for Hastigheden er den sandsynligste Hastighed  $a_{T=0}$  i en Luftart, der har Temperaturen  $T = 0^\circ$  Celsius. Som Ordinat  $y$  er Størrelsen  $y = \frac{1}{N} \frac{dN}{dc} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{1}{a} \frac{c^2}{a^2} e^{-\frac{c^2}{a^2}}$  anført for to Værdier

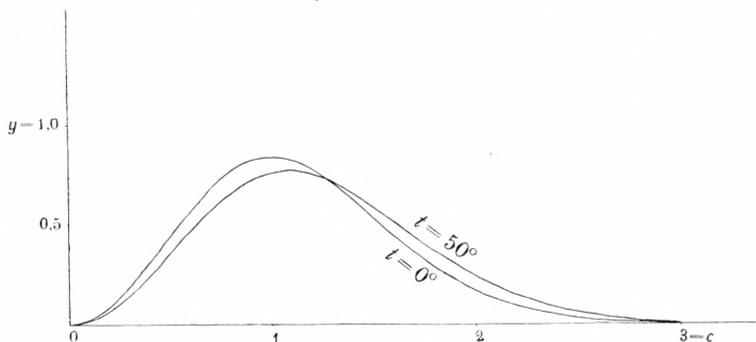


Fig. 2.

af  $a$ , nemlig for  $a = 1$  svarende til Temperaturen  $T = 0^\circ$  Celsius og for  $a = 1,088$  svarende til Temperaturen  $T = 50^\circ$  Celsius. Man faar da de to indtegnede Fordelingskurver, der med de valgte Koordinatenheder begge har Arealet 1.

Man vil lægge Mærke til, at det Areal, som de to Kurver har fælles, er  $\frac{1}{2}$ , hvilket vil sige, at naar en Luftart opvarmes fra  $0^\circ$  til  $50^\circ$ , vil man kunne betragte Forholdene saaledes, som om kun Brøkdelen  $\frac{1}{2}$  af samtlige Molekuler faar deres Hastighed forøget, medens hele Resten beholder deres Hastigheder ganske uforandret. Man kan heraf slutte, at i en Luftart, der befinder sig mellem de to Plader, hvis Temperaturforskul er  $50^\circ$ , maa samtlige Molekulhastigheder være fordelt efter en Lov, der ikke kan afvige væsentlig fra Maxwells,

og Hastighederne i hver af de to Molekulgrupper, der bevæger sig til modsatte Sider mellem Pladerne, maa følgelig i endnu mindre Grad afvige fra Maxwells Lov, saa man ved smaa Temperaturforskelle maa kunne se bort fra denne Afvigelse.

Den hele ved Varmeledning gennem Luften overførte Energi mængde  $E$  bliver altsaa  $E = E_1 + E_A$  eller

$$E = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(1 + \frac{3}{4}(k-1)\right) p \frac{1}{\sqrt{\rho_0}} \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{273T}} \quad \text{eller, da } k = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{c_p}{c_v} - 1},$$

$$E = \frac{1}{4} \frac{\frac{c_p}{c_v} + 1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} E_T = \frac{1}{4} \frac{\frac{c_p}{c_v} + 1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} \sqrt{\frac{2}{\pi}} p \frac{1}{\sqrt{\rho_0}} \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{273T}}.$$

Udregnes Talfaktorerne og indføres Molekularvægten  $M$  i Stedet for  $\rho_0$ , faas

$$E = 1819,2 \frac{\frac{c_p}{c_v} + 1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} p \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{MT}} \quad (\text{Erg}) \quad \text{eller}$$

$$E = 43,46 \cdot 10^{-6} \frac{\frac{c_p}{c_v} + 1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} p \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{MT}} \quad (\text{gr. cal.}). \quad (4)$$

Af Hensyn til den ved Varmestraalingen afgivne Varmemængde og et uundgaaeligt Luftresiduum, kan  $E$  vanskelig maales direkte. Derimod kan  $\frac{\Delta E}{\Delta p \Delta T}$  bestemmes med stor Nøjagtighed. Denne Størrelse vil jeg kalde Luftartens molekulare Varmeledningsevne og betegne med  $\varepsilon$ . Ovenstaaende Formel giver da

$$\varepsilon = 1819,2 \frac{\frac{c_p}{c_v} + 1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} \frac{1}{\sqrt{mT}} \quad (\text{Erg}) = 43,46 \cdot 10^{-6} \frac{\frac{c_p}{c_v} + 1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} \frac{1}{\sqrt{MT}} \quad (\text{gr. cal.}).$$

Indsættes i denne Formel LUMMER og PRINGSHEIM's Værdier for  $\frac{c_p}{c_v}$ , altsaa for Brint  $M = 2$ ,  $\frac{c_p}{c_v} = 1,4084$ ; for Ilt  $M = 32$ ,  $\frac{c_p}{c_v} = 1,3977$ ; for Kulsyre  $M = 44$ ,  $\frac{c_p}{c_v} = 1,2995$ , faar man

$$\begin{aligned}\varepsilon \text{ (Brint)} &= 10,968 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{273}{T}} \text{ (gr. cal.)} \\ \varepsilon \text{ (Ilt)} &= 2,803 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{273}{T}} \text{ " } \\ \varepsilon \text{ (Kulsyre)} &= 3,045 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{273}{T}} \text{ " .}\end{aligned}$$

#### IV. Den molekulare Varmeledningsteori for Luftarter mellem ufuldstændig ru Overflader.

##### Accommodationskoefficienten $a$ .

De udførte Forsøg viser, at de overførte Varmemængder er mindre end de beregnede, hvorfor vi antager, at de Molekuler, der forlader den varme Plade, mangler et vist Beløb i at have Hastigheder svarende til den varme Plades Temperatur, hvorimod de Molekuler, der forlader den kolde Plade, har større Hastighed end den, der svarer til den kolde Plades Temperatur. Er Middelhastighederne  $\Omega_1$  og  $\Omega_2$  i de to Molekulgrupper, der bevæger sig i modsat Retning, og  $\Omega_1'$  og  $\Omega_2'$  Middelhastighederne, hvis hver af Grupperne var i Temperaturligevægt med den Plade, som Gruppen forlader, og er  $\Omega_1^2 - \Omega_2^2 = k(\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2)$ , overgaar Ligningen (1) til

$$E_{T'} = \frac{\pi}{16} Nm \Omega k (\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2).$$

Temperaturforskellen mellem Pladerne ( $T_1' - T_2'$ ) er imidlertid nu ved Ledningen mellem de ufuldstændig ru Flader bestemt ved  $\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2$  paa samme Maade, som den ved de absolut ru Flader var bestemt ved  $\Omega_1^2 - \Omega_2^2$ , hvoraf følger, at

$$E_{T'} = k E_T,$$

hvoraf følger, at Varmeledningskoefficienten  $\varepsilon_1$  mellem de ufuldstændig ru Flader er forbundet med Varmeledningskoefficienten  $\varepsilon$  mellem absolut ru Flader ved Ligningen

$$\varepsilon_1 = k \varepsilon = \frac{\Omega_1^2 - \Omega_2^2}{\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2} \varepsilon.$$

Er Middelhastigheden  $\Omega_1$  af de Molekuler, der forlader

Pladen  $A_1$ , ikke alene bestemt ved denne Plades Temperatur ( $\Omega_1'$ ), kan den desuden kun tænkes at afhænge af Middel-hastigheden  $\Omega_2$ , som Molekulerne havde før Stødet.

Er denne Afhængighed bestemt ved

$$\Omega_1 = a\Omega_1' + b\Omega_2$$

maa  $a$  og  $b$  være saaledes beskafne, at  $\Omega_1$  bliver lig  $\Omega_2$ , naar  $\Omega_1'$  er det. Dette giver  $b = 1 - a$ , altsaa

$$\Omega_1 = \Omega_2 + a(\Omega_1' - \Omega_2). \quad (7)$$

Er de to Plader meget store i Forhold til deres Afstand og er deres Overflader ganske ens, maa  $a$  være den samme ved Stød mod begge Plader, altsaa

$$\Omega_2 = \Omega_1 + a(\Omega_2' - \Omega_1)$$

Af disse to Ligninger faas ved Addition  $\Omega_1 + \Omega_1 = \Omega_1' + \Omega_2'$ , af hvilken Ligning jeg tidligere har godtgjort Rigtigheden ved Forsøg<sup>1</sup>. Ved Subtraktion giver de to Ligninger:

$$\Omega_1 - \Omega_2 = \frac{a}{2-a}(\Omega_1' - \Omega_2')$$

Multipliceres denne Ligning med den foregaaende, faas

$$\Omega_1^2 - \Omega_2^2 = \frac{a}{2-a}(\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2)$$

Sammenlignes dette Udtryk med det tidligere anførte, faar man  $k = \frac{a}{2-a}$ ;  $a$  vil jeg kalde Accommodationskoefficienten; dens Størrelse ses let at være af afgørende Betydning for den gennem Luften overførte Varmemængde.

Varmeledningkoefficienten mellem to store og ens beskafne Plader vil jeg kalde  $\varepsilon_{11}$ ; den er følgelig bestemt ved Ligningen

$$\varepsilon_{11} = \frac{a}{2-a}\varepsilon. \quad (8)$$

Af denne Ligning kunde man finde  $a$ , naar  $\varepsilon_{11}$  bestemtes ved Forsøg, medens  $\varepsilon$  gives den ved Ligning (6) ad teoretisk Vej fundne Værdi, under Forudsætning af, at man var sikker paa Rigtigheden af den opstillede Teori. Størrelsen  $\varepsilon_{11}$  er imidlertid vanskelig at maale direkte, og desuden har det i det

<sup>1</sup> MARTIN KNUDSEN, Vid. Selsk. Oversigt 1910 Nr. 3 p. 265.

hele taget Interesse at undersøge Formlernes Gyldighed ved at se, om de passer med Forsøg, ved hvilke Accommodationskoefficienten  $a$  varieres paa kendt Maade.

Naar et Luftmolekul rammer et fast Legeme, er det muligt, at Molekulet trænger ind mellem det faste Legemes Molekuler og derved faar sin Hastighed forandret, før det atter gaar bort fra Legemet. Har det faste Legeme en saadan Form, at Molekulet, naar det efter at have stødt mod Legemet og atter kommet en kendelig Vejlængde bort fra Overfladen ikke mere kan vende tilbage til Legemet, før det har stødt mod et andet Legeme, vil vi sige, at hvert Molekul gennemsnitlig støder en Gang og kun en Gang mod det først omtalte Legeme, hvor indviklet Stødet end maatte være. Dette vil netop ske i det betragtede Tilfælde, hvor Molekulerne farer frem og tilbage mellem to plane Overflader, hvorfor Varmeledningskoefficienten i dette Tilfælde betegnes med  $\varepsilon_{11}$ .

Har man derimod givet det ene Legeme Form af en Kugle eller Cylinder, medens det andet omgiver det første, vil alle Molekulerne støde en Gang mod det indvendige Legeme og nogle støde flere Gange mod det udvendige. Er Diametren af den indvendige Kugle eller Cylinder forsvindende lille i Sammenligning med Diametren af den omgivende Kugle eller Cylinder, støder Molekulerne  $\infty$  mange Gange mod denne for hver Gang de støder mod det indvendige Legeme. Heraf følger, at efter Stød mod det indvendige Legeme  $A_1$  har man

$$\Omega_1 = \Omega_2 + a(\Omega_1' - \Omega_2),$$

idet det indvendige Legemes Overflade er af samme Slags som Overfladerne af de to Plader, vi før betragtede. Molekulerne, der kommer ind mod det indvendige Legeme efter uendelig mange Stød mod det udvendige, vil derimod have Hastigheden  $\Omega_2$  bestemt ved

$$\Omega_2 = \Omega_2',$$

hvilket giver  $\Omega_1 - \Omega_2 = a(\Omega_1' - \Omega_2)$ .

I dette Tilfælde vil man ikke have  $\Omega_1 + \Omega_2 = \Omega_1' + \Omega_2'$ , men er de to Pladers Temperaturforskelle kun lille, saa  $\Omega_1 - \Omega_2$  er forsvindende lille i Sammenligning med  $\Omega_1$ , ses Ligningen at gælde med tilstrækkelig Nøjagtighed, saa man faar

$$\Omega_1^2 - \Omega_2^2 = a(\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2).$$

Er de to Legemers Temperaturforskelle ikke lille, faar man det fuldstændige Udtryk

$$\Omega_1^2 - \Omega_2^2 = a(\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2)F,$$

$$\text{hvor } F = \frac{2\frac{\Omega_2'}{\Omega_1'} + a - a\frac{\Omega_2'}{\Omega_1'}}{1 + \frac{\Omega_2'}{\Omega_1'}}.$$

For  $a < 1$  og  $\frac{\Omega_2'}{\Omega_1'} < 1$  bliver  $F < 1$  og kan, naar  $\Omega_1'$  og  $\Omega_2'$  gøres ret forskellige, faa en Værdi, som afviger betydelig fra 1. Som det skal vises i den eksperimentelle Del, er  $F$  for enhver af de undersøgte Temperaturforskelle konstant lig med 1, hvorfor det bliver naturligt at definere Størrelsen  $a$  ved Ligningen

$$\Omega_1^2 = \Omega_2^2 + a(\Omega_2'^2 - \Omega_1'^2),$$

hvorved man, naar  $\Omega_2 = \Omega_2'$ , direkte faar

$$\Omega_1^2 - \Omega_2^2 = a(\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2)$$

gældende med konstant  $a$  for enhver Temperaturforskelle.

Heraf følger, at Varmeledningkoefficienten  $\varepsilon_{1\infty}$  mellem et lille Legeme og et stort omgivende Hylster bliver bestemt ved

$$\varepsilon_{1\infty} = a\varepsilon. \quad (9)$$

Man har altsaa ogsaa  $\varepsilon_{1\infty} = (2 - a)\varepsilon_{11}$ , medens de tre Varmeledningkoefficienter er forbundne ved Ligningen:

$$\frac{2}{\varepsilon_{1\infty}} = \frac{1}{\varepsilon_{11}} + \frac{1}{\varepsilon}. \quad (10)$$

Vi vil nu atter betragte Varmeledningen mellem 2 koncentriske Cylindre og antage, at de to Cylindres Overflader er ganske ens undtagen med Hensyn til Størrelsen. Accommodationskoefficienten  $a$  vil da have samme Størrelse ved Til-

bagekastning fra den indvendige Cylinder, som den har ved hver enkelt Tilbagekastning fra den udvendige.

Vi vil nu tænke os det specielle Tilfælde, at Tilbagekastningsretningerne kunde være saaledes bestemt, at ethvert Molekul støder  $n$  Gange mod den udvendige Væg mellem to paa hinanden følgende Stød mod den indvendige Væg. I saa Tilfælde vil et Molekul kommende fra den indre Cylinder med Middelhastighedskvadratet  $\mathcal{Q}_2^2$  efter et Stød mod den ydre Cylinder  $A_1$  have Hastigheden  $\mathcal{Q}_1^2$  bestemt ved  $\mathcal{Q}_1^2 = \mathcal{Q}_2^2 + a(\mathcal{Q}_1'^2 - \mathcal{Q}_2^2)$ , hvor  $\mathcal{Q}_1'$  er den Hastighed, som svarer til det ydre Legemes Temperatur. Den betragtede Molekulgruppe, der nu har faaet Middelhastigheden  $\mathcal{Q}_1$ , rammer atter den ydre Cylinder og faar Hastigheden  $\mathcal{Q}_{(2)}$ , der er bestemt ved  $\mathcal{Q}_{(2)}^2 = \mathcal{Q}_1^2 + a(\mathcal{Q}_1'^2 - \mathcal{Q}_1^2)$ . Efter  $n$  saadanne Stød bliver dens Hastighedskvadrat  $\mathcal{Q}_n^2 = \mathcal{Q}_{n-1}^2 + a(\mathcal{Q}_1'^2 - \mathcal{Q}_{n-1}^2)$  eller  $\mathcal{Q}_{(n)}^2 = (1 - (1 - a)^n)\mathcal{Q}_1'^2 + (1 - a)^n\mathcal{Q}_2^2$ , medens man i Følge Antagelsen har Hastigheden  $\mathcal{Q}_2$ , hvormed Molekulerne forlader den indvendige Cylinder, bestemt ved

$$\mathcal{Q}_2^2 = \mathcal{Q}_{(n)}^2 + a(\mathcal{Q}_1'^2 - \mathcal{Q}_{(n)}^2).$$

Af disse Ligninger findes

$$\mathcal{Q}_{(n)}^2 - \mathcal{Q}_2^2 = \frac{1 - (1 - a)^n}{1 - (1 - a)^{n+1}} a(\mathcal{Q}_1'^2 - \mathcal{Q}_2^2),$$

hvoraf  $\varepsilon_{11}$  og  $\varepsilon_{1\infty}$  fremgaar som specielle Tilfælde, nemlig for  $n = 1$  og  $n = \infty$ .

Kaldes Radius i den indre Cylinder  $r$  og i den ydre  $R$ , har man, idet den indre Cylinderflades Areal er  $\frac{r}{R}$  Gange den ydres, i Følge Loven for Molekulernes Tilbagekastningsretning, at ethvert Molekul, som kommer fra den ydre Flade, har Sandsynligheden  $\frac{r}{R}$  for at ramme den indre, og Sandsynligheden  $1 - \frac{r}{R}$  for at gaa forbi den indre og udføre endnu et eller flere Stød mod den ydre, før den atter rammer den indre, medens alle Molekuler, som forlader den indre, har Vished for at træffe den ydre.

Et Molekul, der kommer fra den ydre Cylinder, har Sandsynligheden  $x_1$  for et og kun et Stød mod den ydre Væg og Sandsynligheden  $x_2$  for to og kun to Stød og  $x_n$  for  $n$  og kun  $n$  Stød mod den ydre Væg, før Molekulet atter træffer den indre Cylinder. Man ser nu, at

$$x_1 = \frac{r}{R}, \quad x_2 = \frac{r}{R} \left(1 - \frac{r}{R}\right),$$

$$x_3 = \frac{r}{R} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^2 \dots x_n = \frac{r}{R} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{n-1} \dots x_\infty = 0.$$

Overføres en Energimængde proportional med  $\mathcal{Q}_{(n)}^2 - \mathcal{Q}_2^2$  ved at hvert Molekul støder  $n$  Gange mod den ydre Væg for hvert Stød mod den indre, bliver den af hele Gruppen med  $n$  Stød overførte Energi proportional med  $x_n(\mathcal{Q}_n^2 - \mathcal{Q}_2^2)$  og altsaa den af samtlige Molekuler overførte Energi proportional med  $\sum_{n=1}^{n=\infty} x_n(\mathcal{Q}_n^2 - \mathcal{Q}_2^2)$ , hvor  $n$  er de hele Tal.

Man finder altsaa, at Varmeledningkoefficienten  $\varepsilon_{rR}$  mellem de to Cylindre er bestemt ved:

$$\varepsilon_{rR} = \varepsilon \sum_{n=1}^{n=\infty} x_n \frac{1 - (1-a)^n}{1 - (1-a)^{n+1}} a \quad \text{eller} \quad (11)$$

$$\varepsilon_{rR} = \varepsilon a \frac{r}{R} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{1 - (1-a)^n}{1 - (1-a)^{n+1}} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{n-1}$$

$$= \varepsilon a \left(1 - \frac{r}{R} a \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{(1-a)^n}{1 - (1-a)^{n+1}} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{n-1}\right).$$

Bestemmer man nu eksperimentelt  $\varepsilon_{rR}$  ved to Forsøg, idet man i begge Forsøg bibeholder samme indre Cylinder men forandrer Radius i den ydre, faar man to Ligninger som ovenstaaende, af hvilke  $a$  og  $\varepsilon$  kan findes.

Til denne Regning er nu at bemærke, at det er forudsat, at Maxwells Hastighedsfordelingslov har tilnærmet Gyldighed. At den har det for smaa Temperaturforskelle, indses ved en

lignende Betragtning som den tidligere anvendte, men det kan dog bemærkes, at Maxwells Lov ikke kan gælde fuldkommen exakt i ethvert cylinderringformet Rum, hvilket man kan indse paa følgende Maade. Lad os tænke os, at den indvendige Cylinders Overflade er fuldkommen ru, saa at alle Molekuler efter at have stødt mod den udgaar fra den med Hastigheder, der er fordelt exakt efter Maxwells Lov om Middelværdien  $\mathcal{Q}_1$ . Lad os dernæst antage, at den ydre Cylinders Overflade er ufuldstændig ru som f. Eks. en Glasflade, og lad os antage, at den har næsten samme Radius som den indvendige Cylinder, saa at man kan forudsætte, at Luftmolekulerne kun støder en Gang mod den ydre Flade for hvert Stød mod den indre. Molekulerne gaar da fra den ydre til den indre Cylinder med en Middelhastighed  $\mathcal{Q}_2$ , og hvis man kunde opstille den Regel, at naar de kommer ind mod Fladen med Hastigheder fordelt efter Maxwells Lov, vil de ogsaa forlade Fladen med samme Fordelingslov, hvis de kun støder en Gang, maa Hastighedsfordelingen blive en anden, naar den ydre Cylinder gøres større f. Eks. dobbelt saa stor som den indre. Halvdelen af Molekulerne, som kommer fra den indre Cylinder, vil nemlig da vende tilbage til den efter at have stødt en og kun en Gang mod den ydre Cylinder, og disse Molekulers Middelhastighed vil som ovenfor være  $\mathcal{Q}_2$  og de virkelige Hastigheder fordelt exakt efter Maxwells Lov. En Fjerdedel af Molekulerne vil udføre to Stød mod den ydre Cylinder og faa en anden Middelhastighed end  $\mathcal{Q}_2$ , men de virkelige Hastigheder i denne Gruppe vil i Følge Forudsætningen være fordelt efter Maxwells Lov.

Vi faar, som det vil ses, flere Molekulgrupper saaledes beskafne, at Hastighederne indenfor hvert enkelt er fordelt efter Maxwells Lov, men om forskellige Middelhastigheder, og tages alle disse Grupper sammen, maa Maxwells Lov have ophørt at gælde exakt, selv om Molekulantallet var uendelig stort.

De udledte Formler kan derfor kun ventes at have streng Gyldighed under Forudsætning af, at Temperaturforskellen mellem de to Cylindre en forsvindende lille. Som anført har jeg ikke eksperimentelt kunnet konstatere nogen Afvigelse fra Maxwells Fordelingslov.

#### V. Eksperimentel Bestemmelse af Varmeoverførelsen mellem to koncentriske Cylinderflader.

De første Forsøg udførtes med en indre Glas cylinder *AA* Fig. 3 bestaaende af et tyndvægget Glasrør, der var 10,4 cm. langt og 0,681 cm. ydre Diameter. Om Glasrøret var saa regelmæssig som muligt viklet en Spiral af 0,008 cm. tyk Platintraad i 76 Vindinger. Røret med Platintraaden glødedes i Blæseflammen, saa Traaden smeltede fast i Glasset, og der blev draget særlig Omsorg for, at Traaden blev fastsmeltet paa hele sin Længde og saaledes fik en betydelig Berøringsflade med Glasset. Platintraadens Ender svejsedes til andre 0,015 cm. tykke Platintraade, af hvilke den ene førtes gennem Glasrøret. Disse Platintraade var fastsmeltede til Rørets ene Ende og tjente dels som Ophængning for Glasrøret, dels som Tilledning for den elektriske Strøm.

Det saaledes udstyrede Glasrør ophængtes i et videre Glasrør *BB*, hvis indre Diameter i den første Forsøgsrække var 0,93 cm. Foroven var dette Rør indsnævret, og de to Ophængningsplatintraade fastsmeltedes ved *CC* for at sikre sig, at Traadene saa vidt muligt havde samme Temperatur under de forskellige Forsøg.

Efter at Varmeoverførelsen gennem Brint ved lavt Tryk var bestemt med et lignende Apparat, blev den indre Cylinders Overflade og det omgivende Glasrørs Inderflade beklædt med et tyndt Lag Gibs og Varmeoverførelsen bestemt paany. Det syntes, som om den var bleven noget forøget ved Gibsens porøse Overflade, men Forøgelsen var kun ringe og Forsøget

gav ikke noget afgørende Resultat. Da det syntes fordelagtigt at kunne forandre Molekultilbagekastningernes Antal fra den ene Overflade paa aldeles bekendt Maade, benyttedes dernæst et Apparat som det beskrevne men uden Gibslag paa følgende Maade.

Efter at en Forsøgsrække med Brint var udført med Apparatet med de anførte Dimensioner og uden Gibsbeklædning, blev Glasrøret *B* skaaret over ved *D* og erstatet med et andet, hvis indre Diameter var 3,22 cm., og en ny Forsøgsrække udført paa lignende Maade som den forrige, og altsaa med Tilledningstraade og indre Glas-cylinder ganske uforandrede.

Platintraadspiralens Overflade udgør kun ca.  $\frac{1}{16}$  af den indre Cylinders Glasoverflade, og da, som det siden skal vises, Molekulerens Tilbagekastning foregaar fra en blank Platinoverflade som fra Glas, kan man i denne Sammenhæng betragte det indre Glasrørs cylindriske Overflade som værende helt af Glas.

Apparatet er forbundet med en 3 Liters Glasbeholder og med en Gaedepumpe. Mellem Beholderen og Pumpen er indsat en Glasventil af den Slags, som benyttes i TÖPLER-HAGEN'S Kvægsølvpumper. Naar man har bragt den ønskede Luftmængde ind i Apparatet, lukkes denne Ventil, og Kvægsølvdampene i Glasbeholder og Apparat fortættes ved at anbringe et lukket Siderør i en Blanding af Kulsyresne og Benzin.

Til at forandre Lufttrykket i Apparatet paa kendt Maade

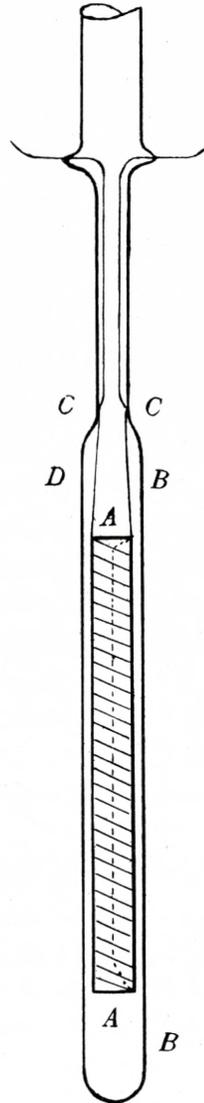


Fig. 3.

anvendtes et Pipettesystem<sup>1</sup> som det tidligere beskrevne, efter at Rumforholdene var noget forandrede. Trykbestemmelserne kontrolleredes med et Mc. Leods Manometer, og det meget ringe Begyndelsestryk maalt med et absolut Manometer.

Platintraadspiralen paa det indre Glasrør havde ved 0° en Modstand paa ca. 32 Ohm. Den danner den ene Gren af Wheatstones Bro, saa dens Modstand kan maales og derved dens Temperatur bestemmes. Maalestrømmen tjener tillige til at opvarme det indre Glasrør, og dens Styrke maalt ved et i Række med Opvarmningstraaden indskudt Præcisions-Milliampèremeter fra SIEMENS & HALSKE.

Apparatet fyldtes med Brint og nedsattes i et Vandbad, hvis Temperatur maalt med Kvægsølvtermometer, og Platintraadens Modstand bestemtes. Dernæst erstattedes Vandbadet med smeltende Is, og Modstanden bestemtes paany.

Ved de egentlige Forsøg med dette Apparat var det ydre Glasrør nedsat i smeltende Sne, og paa Grund af, at Varmefrigivelsen for det indre Glasrør er saa overordentlig lille ved de meget lave Tryk, kan man med tilstrækkelig Tilnærmelse antage, at det ydre Glasrørs indvendige Overflade samt Platintraadningstraadene ved *C* har Temperaturen 0°, medens hele det indre Glasrør overalt har samme Temperatur som den opvarmede Platintraadspiral. Glasset er nemlig at betragte som en meget god Varmeleder i Sammenligning med det luftfortyndede Rum, hvorigennem Varmen hovedsagelig transporteres ved Straaling.

Maalingerne udførtes paa den Maade, at Apparatet først udpumpedes saa stærkt som muligt, hvorpaa det afspærredes fra Pumpen og Mc. Leods Manometer ved Ventilen. Kvægsølvdampene fjernedes ved Udfrysning, og Modstanden i Platintraadspiralen maalt tillige med Strømstyrken, efter at Opvarmningen havde varet saa længe (ca.  $\frac{1}{2}$  Time), at Platintraadspiralels Modstand ikke mere forandrede. Dernæst

<sup>1</sup> MARTIN KNUDSEN, Ann. d. Phys. 32 p. 834. 1910.

indførtes en bekendt Luftmængde gennem Pipettesystemet, og en ny Maaling foretoges.

Paa denne Maade fandtes en Række sammenhørende Værdier af Lufttrykket  $p$  og den i Sekundet elektrisk udviklede Varmemængde divideret med Temperaturforskellen (ca.  $50^\circ$ ) mellem den indre og den ydre Glascylinder. Kaldes denne Varmemængde  $q$ , fandtes af Tabellen  $\frac{dq}{dp}$  for  $p = 0$ , der altsaa betyder den Varmemængde, som ved en Temperaturdifferent af  $1^\circ$  Celsius overføres mellem Cylinderne af hver Dyn/cm<sup>2</sup> af Luftarten. Divideres denne Størrelse med Overfladen af den indre Cylinder, har man altsaa Varmeledningskoefficienten  $\varepsilon_{(rR)}$ .

Med Brint udførtes Forsøg med hvert af de to ydre Glasrør med forskellig Diameter. I hver af de to Forsøgsgrupper toges en Række paa 10 Maalinger, idet Trykket mellem to paa hinanden følgende Maalinger varieredes med ca. 2 Dyn/cm<sup>2</sup>, og to andre lignende Rækker med større Trykvariationer for hver Luftpaafyldning, nemlig ca. 5 Dyn/cm<sup>2</sup> og ca. 15 Dyn/cm<sup>2</sup>. Det viste sig, at man af de foretagne Maalinger kunde bestemme  $\varepsilon_{rR}$  med ret god Nøjagtighed.

Som anført var Temperaturforskellen mellem den indre og den ydre Cylinder ca.  $50^\circ$ , hvilken Størrelse ikke uden videre kan regnes for forsvindende i Sammenligning med de tilsvarende absolute Temperaturer. Der foretoges derfor en Maaling af Differensen  $\Delta Q$  mellem de Varmemængder, som overføres ved Trykket  $\Delta p$  og i Vakuum ved en Række forskellige Temperaturer  $\Delta T$ . Der fandtes med det snævrreste af de ydre Glasrør:

For Brint					
$\Delta p = 5,5 \text{ Dyn/cm}^2$					
$\Delta T$	$\frac{\Delta Q}{\Delta T} \cdot 10^{-6}$	$\frac{\text{gr. cal.}}{\text{sec.}}$	$\Delta T$	$\frac{\Delta Q}{\Delta T} \cdot 10^{-6}$	$\frac{\text{gr. cal.}}{\text{sec.}}$
46,65	324		16,58	325	
36,21	324		9,50	333	
27,02	335				

Resultatet af disse Forsøg er altsaa, at Varmeledningen gennem Luften ikke forandres kendeligt, naar Temperaturforskellen formindskes.

Ved de beskrevne Maalinger fandtes følgende Værdier for de tilsyneladende Varmeledningskoefficienter  $\varepsilon_{(rR)}$ . Af disse er Størrelsen  $y$  beregnet, idet  $y = \frac{\varepsilon_{(rR_2)} - \varepsilon_{(rR_1)}}{\varepsilon_{(rR_1)}}$ .  $R_1$  betyder Radius af det snævre og  $R_2$  Radius af det vide ydre Glasrør:

$$\varepsilon_{(rR_1)} = 1,87 \cdot 10^{-6} \text{ cal.} \quad \varepsilon_{(rR_2)} = 2,45 \cdot 10^{-6} \text{ cal.} \quad y = 0,31.$$

Man ser, at Varmeoverførelsen pr. Grad, Sekund, Dyn/cm<sup>2</sup>, cm<sup>2</sup> tiltager, naar det omgivende Rør gøres videre, og har altsaa i Virkeligheden faaet bekræftet, hvad der var forudset ad teoretisk Vej, at jo mindre Temperaturgradienten gøres ved at forøge Tykkelsen af det Luftlag, hvorigennem Varmen ledes, desto mere Varme gaar der igennem Luftlaget. Man maa dog straks gøre sig klart, at Begrebet Temperaturgradient ikke her kan finde Anvendelse paa lignende Maade, som ved Varmeledning gennem Luftlag, hvis Tykkelse er stor i Sammenligning med Molekulernes Middelveljængde.

Sætter man i Ligning (11)

$$\frac{r}{R} a \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{(1-a)^n}{1-(1-a)^{n+1}} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{n-1} = F(a, R),$$

bliver Ligningen

$$\varepsilon_{(r, R)} = \varepsilon a (1 - F(a, R)) \quad (12)$$

og

$$y = \frac{F(a, R_1) - F(a, R_2)}{1 - F(a, R_2)}. \quad (13)$$

I Følge de udførte Maalinger sættes  $\frac{r}{R_1} = 0,732$  og  $\frac{r}{R_2} = 0,212$ , og indsættes desuden den ved Forsøg fundne Værdi for  $y$ , findes  $a$  af sidste Ligning og dernæst  $\varepsilon$ , Luftarternes molekulære Ledningsevne mellem absolut ru Flader, af Ligning (12). I den følgende Sammenstilling er opført de saaledes ad eksperimentel Vej fundne Værdier for  $a$  og  $\varepsilon$  tilligemed den ved den kinetiske Teori bestemte Værdi for  $\varepsilon$ .

$$\text{Brint. } a = 0,26, \quad \varepsilon \text{ (iagttaget) } 11,1 \cdot 10^{-6}, \\ \varepsilon \text{ (kin. Teori) } 11,0 \cdot 10^{-6}.$$

Overenstemmelsen mellem de iagttagne og de ved den kinetiske Teori beregnede Værdier for  $\varepsilon$  er saaledes tilfredsstillende. I Virkeligheden er den bedre, end man kunde vente, thi Størrelsen  $y$  kan ikke bestemmes med nogen stor procentisk Nøjagtighed, da de to Varmeledningskoefficienter  $\varepsilon_{(rR_1)}$  og  $\varepsilon_{(rR_2)}$  kun er lidet forskellige, og da Strømstyrkerne maales med Ampèremeter.

Man maa imidlertid være berettiget til at slutte af Forsøgene, at den opstillede Betragtningssmaade i Hovedsagen er korrekt. Gaar vi ud fra de ved den kinetiske Teori fundne Værdier for  $\varepsilon$  som rigtige, faar vi altsaa ved Hjælp af Ligningerne (8) og (9) for de tre forskellige Varmeledningskoefficienter i Brint

Ledning mellem absolut ru Overflader	Ledning mellem Glas og absolut ru Flade	Ledning mellem Glas og Glas
$\varepsilon \cdot 10^6 \text{ cal.}$	$\varepsilon \cdot 10^6 \text{ cal.}$	$\varepsilon \cdot 10^6 \text{ cal.}$
10,97	2,90	1,67

Heraf fremgaar det klart, hvilken betydelig Rolle de faste Legemers Overfladebeskaffenhed kan ventes at spille ved den molekulære Varmeledning. Naar et Par absolut ru Overflader erstattes med Glasflader, nedsættes derved Brintens Varmeledning til ca. en Syvendedel. Man vil herefter forstaa, at det ved Varmeledningsforsøg i stærkt fortyndet Luft er ganske nødvendigt at tage Hensyn til saavel Accommodationskoefficienten som til de benyttede Overfladers indbyrdes Størrelse og Form.

## VI. Accommodationskoefficientens Temperaturkoefficient.

De Maalinger, som skal omtales i det følgende, blev alle udført med Platintraade eller Platinbaand, der udspændtes i et Glasrør. Glasrørets Temperatur bestemtes ved det Bad, hvori det var nedsænket, Platintraadens eller Baandets Tem-

peratur bestemtes ved den elektriske Modstand, Varmeudviklingen ved Modstand og Strømstyrke i den stationære Tilstand.

Det viste sig ved en Række indledende Forsøg, at Variationen i Lufttrykket kunde foretages med en ganske uventet stor Nøjagtighed, og det var derfor naturligt at foretage de øvrige Maalinger med en Nøjagtighed, som svarer dertil. Ampèremetret, som hidtil havde været anvendt, erstattedes derfor af et Kompensationsapparat, hvormed Spændingsforskellen mellem Tilledningstraadene til Platintraaden eller Platinbaandet maales.

Det viste sig, at den Varmemængde, som Traaden eller Baandet afgiver ved Straaling, er saa overordentlig ringe, at selv om Traaden eller Baandet gøres 30 à 100 Tusinde Gange saa langt som tykt, vil den Strækning ved Traadens eller Baandets Midte, hvor Temperaturen kan anses for at være tilstrækkelig konstant, være saa kort, at man ikke kan anse den Varmemængde, som bortledes i Traadens Længderetning, for at være forsvindende paa Steder af Traaden eller Baandet, der ligger i en rimelig Afstand fra hinanden. Den sædvanlige Metode med Anbringelse af Elektroder til Maaling af Spændingsforskellen mellem Steder, der ligger et Stykke fra Traadens eller Baandets Ender, blev derfor opgivet som mindre nøjagtig. Spændingsforskellen blev bestemt mellem selve Traadens Ender, idet der droges Omsorg for, at disse havde en kendt Temperatur, saa man med Nøjagtighed kunde bestemme den Varmemængde, som Traaden taber ved Ledning gennem Enderne. Herved opnaar man desuden den Fordel at kunne benytte meget tynde Traade og Baand.

For at udføre denne Bestemmelse maa man kende det benyttede Platins Varmeledningsevne ved Traadens Temperatur. Det var imidlertid tvivlsomt, om de foreliggende Varmeledningsbestemmelser, der gælder for særlig rent Platin, kunde finde Anvendelse, og da jeg desuden ikke kender nogen Varmeledningsbestemmelse ved flydende Lufts Temperatur,

ansaa jeg det for rigtigst at foretage direkte Maalinger og udføre Bestemmelserne i nøje Overensstemmelse med den ved de øvrige Forsøg benyttede Metode. Selv om Maalingerne ikke derved giver saa absolut rigtige Værdier, bliver de dog ganske særlig anvendelige til den Brug, der skal gøres af dem her.

Til Forsøgene benyttedes et Stykke Wollastontraad, udspændt i en lille Platinramme, der indsattes i et Glasrør, som Fig. 4 viser. Rammen var lavet af en 0,5 mm. tyk Platintraad, medens Tilledningstraadene havde en Tykkelse af 0,15 mm. Hvor disse Traade ved *a* og *b* var forbundne med Platinrammen, var saavel denne som de tynde Tilledningstraade fastsmeltede i Glasret for at være sikker paa, at Platinrammen antog det ydre Bads Temperatur. Af samme Grund valgtes Tilledningstraadene saa tynde. At drage særlig Omsorg herfor havde ved nogle forberedende Forsøg vist sig ganske nødvendigt.

Apparatet nedsattes i en Blanding af Is og Vand, og Modstanden i Traaden maales ved denne Temperatur. Den fandtes at være 29,495 Ohm. Traadens Længde var ved Udmaaling med Mikroskop fundet at være  $L = 0,396$  cm. Heraf beregnes Traadens Tværsnitsareal at være  $A = 0,1401 \cdot 10^{-6}$  cm<sup>2</sup>, idet Platinets specifikke Modstand ved 0° bestemtes ved Maaling af en længere og tykkere Traad, hvis Dimensioner kunde maales nøjagtig. Under Forudsætning af, at

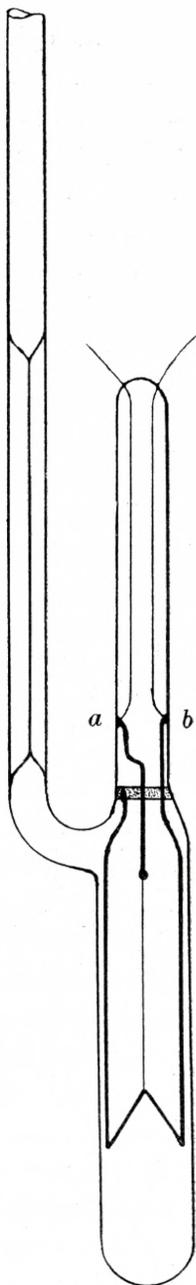


Fig. 4.

Traaden var cylindrisk, beregnes dens Diameter heraf at være 0,000422 cm. og dens Overfladeareal at være 0,000538 cm<sup>2</sup>.

Apparatet pumpedes lufttomt, Kvægsølv dampene fjernedes ved Udfrysning, og Wollastontraaden opvarmedes med en elektrisk Strøm. Spændingsforskellen mellem Traadens Ender bestemtes med Kompensationsapparat, idet Tilledningstraadens Modstand var maalt i Forvejen. Traadens Modstand maalt ved Wheatstones Bro, da dette havde vist sig bekvemmere end at anvende Kompensationsapparatet ogsaa hertil. Ved Modstanden bestemtes Temperaturen, medens Varmeudviklingen pr. Sekund bestemtes ved Modstand og Spændingsforskel.

Til at give Traaden Middeltemperaturen 26,65°, naar Apparatet var nedsænket i Isvand, behøvedes en Varmeudvikling  $0,705 \cdot 10^{-6}$  gr. cal. pr. Sec. pr. Grad. Af denne Varmemængde gaar imidlertid en Del bort ved Straaling og ved Ledning gennem den tilbageværende Luft. Denne Varmemængde fandtes ved Forsøg med en ca. 25 Gange saa lang Traad af samme Slags at være  $0,014 \cdot 10^{-6}$  gr. cal. pr. Sec. pr. Grad. Denne Mængde er altsaa meget lille i Sammenligning med den Varmemængde, som ledes bort gennem Enderne, hvilket yderligere verificeredes ved at forøge Lufttrykket om Traaden med en kendt Værdi. Derved forøgedes den Varmeudvikling, som skulde til for at opretholde Middeltemperaturen, kun ganske ubetydeligt. Den Varmemængde, som bortledes gennem Traadens Ender, findes altsaa at være  $q = 0,691 \cdot 10^{-6}$ . Heraf findes Traadens Varmeledningsevne  $\alpha$  af Formlen  $q = 12 \frac{\alpha A}{L}$ .

Apparatet nedsattes dernæst i flydende Luft, og en lignende Bestemmelse foretoges, idet Traadens Middeltemperatur holdtes 31,30° varmere end Badet. Den flydende Lufts Temperatur maalt med Aræometer at være —193°. Traadens Modstand fandtes at være 8,880 Ohm. Varmeudviklingen pr. Sec. og pr. Grads Temperaturforskel fandtes at være  $0,565 \cdot 10^{-6}$  gr. cal., medens Korrektionen for Varmetabet ved Straaling og Ledning

gennem Luften ved denne lave Temperatur kun beløber sig til  $0,00052 \cdot 10^{-6}$  gr. cal. Resultatet af Forsøgene blev saaledes:

Platinets Varmeledningkoefficient mell.  $0^\circ$  og  $27^\circ$   $\alpha = 0,162$   
 ” ” ” —  $193^\circ$  og  $-162^\circ$   $\alpha = 0,133$ .

Man ser saaledes, at Platinets Varmeledningkoefficient aftager kendeligt med Temperaturen. Til Sammenligning hermed kan anføres, at JÄGER og DISSELHORST ved  $18^\circ$  fandt  $\alpha = 0,1664$  og ved  $100^\circ$   $\alpha = 0,1733$ . Det synes saaledes, som Varmeledningsevnen ved lave Temperaturer aftager hurtigere med Temperaturen end ved høje Temperaturer. Nogen stor Betydning tør man dog ikke tillægge denne isolerede Observation, der kun er udført med det Formaal at kunne korrigere med Sikkerhed for den Varemængde, der bortledes gennem en lang Traads Ender, naar Traaden ganske som den her benyttede er nedsat i et Bad med lav Temperatur. Denne Metode synes mig at være meget anvendelig ved Bestemmelse af Temperaturkoefficienten for Metalleres Varmeledning. Til dette Brug vilde man naturligt vælge andre Traaddimensioner.

Ved de i forrige Afsnit omtalte Forsøg bestemtes Luftarternes tilsyneladende molekulære Varmeledningsevne som den Grænseværdi, mod hvilken Forholdet  $\frac{\Delta Q}{\Delta p \Delta T}$  konvergerer, naar Lufttrykket  $p$  nærmer sig 0. Selv om Trykket  $p$  kun forandres nogle faa Dyn/cm<sup>2</sup> ved hver Luftpaafyldning, finder man dog, at  $\frac{\Delta Q}{\Delta p}$  aftager kendeligt med voksende Tryk, da Luftmolekulernes Middelveljængde nærmer sig til at blive af samme Størrelsesorden som Afstanden mellem de Legemer, mellem hvilke Luftmolekulerne overfører Varmen. Det er imidlertid at vente, at naar Varmen afgives fra en Platintraad, hvis Diameter kun er nogle faa Tusindedele Millimeter, maa det omtalte Forhold kunne holde sig konstant op til ret betydelige Tryk, da Middelveljængden i saa Tilfælde kan

anses for uendelig stor i Sammenligning med Traaddiametren og den hele Luftmasse da kan anses for at have det omgivende Rørs Temperatur, hvilke Dimensioner dette Rør end har. Man har da Sikkerhed for, at praktisk talt alle Molekuler, som træffer Traaden, har en Middelhastighed svarende til det omgivende Rørs Temperatur, idet intet Molekul, som kommer fra Traaden, kan ventes at vende tilbage til denne, før det har stødt et meget stort Antal Gange mod andre Molekuler eller mod den ydre Væg.

Hvad der er udviklet i det teoretiske Afsnit, finder direkte Anvendelse paa dette Tilfælde, og Teorien bliver her særlig simpel, idet man kan betragte de Molekuler, som tilbagekastes fra Traaden, som kommende ud af dennes Overflade efter Lovene for den molekulære Effusion, medens Trykket i Luftmassen ikke forandres kendeligt ved Traadens Opvarmning.

Til det følgende Forsøg benyttedes en Wollastontraad, hvis Længde valgtes saa stor, at den Varmemængde, som bortledes gennem Traadens Ender, kun er en ringe Del af den Varmemængde, som ved Straaling og Ledning gaar bort gennem Traadens Overflade. Længden af den benyttede Traad var  $L = 9,67$  cm. Traaden anbragtes i en Platinramme med tynde Tilledningstraade paa ganske samme Maade som den Wollastontraad, der benyttedes til Bestemmelse af Platinets Varmeledningsevne.

Røret, som førte fra Apparatet til Pumpe, Pipettesystem og Manometer, var paa et Stykke indsnævret til en Diameter af 0,053 cm., for at man med større Sikkerhed kunde korrigere for det termiske Molekulartryk, der beløb sig til næsten Halvdelen af det maalte Tryk, naar Apparatet nedsattes i flydende Luft.

Traadens Temperatur bestemtes af dens Modstand, efter at Maalinger med 1 cm. Brinntryk i Apparatet ved Bade af

forskellige Temperaturer havde givet en Række Værdier for Modstanden ved forskellige Temperaturer.

Der udførtes Forsøg med Brint, idet der som ydre Bade benyttedes en Blanding af Is og Vand, en Blanding af Kulsyresne og Benzin og endelig flydende Luft.

Trykkene  $p_t$  bestemtes ved det tidligere beskrevne Pipette-system. Begyndelsestrykket sættes lig 0, da Kendskabet til dets absolute Størrelse kun har ringe Betydning. Det har for øvrigt været meget lille, da Kvægsølvdamperne i alle Forsøg blev udfrosne ved at sætte et Siderør ned i en Blanding af Kulsyresne og Benzin. Ved en enkelt Lejlighed maales Trykket med det absolute Manometer at være 0,1 Dyn/cm<sup>2</sup>.

Da Apparatet ikke har samme Temperatur som Omgivelserne, vil Lufttrykket omkring Traaden imidlertid være et andet end det, der bestemmes ved Pipettesystemet, da det termiske Molekulartryk bevirker et Trykfald i det snævre Forbindelsesrør, hvor Temperaturfaldet finder Sted. Trykket i Apparatet  $p_t$  ved den absolute Temperatur  $T_1$  beregnes af det ved Temperaturen  $T_2$  maalte Tryk  $p_{t_2}$  af Formlen

$$\frac{dp}{p} = \frac{1}{2} \frac{1}{1 + \frac{2R}{\lambda}} \frac{dT}{T}.$$

I denne Formel sættes  $2R = 0,053 =$  Diametren af det snævre Rør, i hvilket Temperaturovergangen fandt Sted. Middelveljængden  $\lambda_{pT}$  ved Trykket  $p$  og Temperaturen  $T$  kan, idet  $\lambda_0$  er en Konstant, sættes lig med

$$\lambda_{pT} = \lambda_0 \eta_T \sqrt{T} \frac{1}{p}.$$

I dette Udtryk har imidlertid  $\frac{\sqrt{T}}{p}$  tilnærmelsesvis samme Værdi paa ethvert Sted af Røret, hvoraf følger, at Middelveljængden kan sættes ligefrem proportional med Koefficienten  $\eta_T$  for den indre Gnidning ved Temperaturen  $T$ .

Heraf fandtes  $\lambda_{-78,7^\circ} = \lambda_{15^\circ} \frac{760}{877}$  og  $\lambda_{-194^\circ} = \frac{374}{877} \lambda_{15^\circ}$ , medens  $\lambda_{15^\circ}$  for Brint sættes lig med  $20,0/p_t$ , hvor  $p_t$  er det ved Pipettesystemet bestemte Tryk, som ogsaa findes i den øverste Ende af det snævre Rør, idet Apparatets Rumfang var forsvindende lille i Sammenligning med det ca. 3 Liters Rum, hvormed det stod i Forbindelse. Ved Integrationen af Udtrykket for  $\frac{dp}{p}$  sættes  $\lambda$  konstant og lig med Middeltallet af dens Værdi ved  $15^\circ$  og den Størrelse, som den saaledes er fundet at have i det snævre Rørs nederste og kolde Del. Integrationen giver da

$$\frac{p_{t_1}}{p_{t_2}} = \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{1}{1 + \frac{2R}{\lambda}},$$

hvor  $\frac{2R}{\lambda} = 0,00284 p_{t_2}$ , naar Badet bestaar af Kulsyresne, og  $\frac{2R}{\lambda} = 0,00371 p_{t_2}$ , naar Badet bestaar af flydende Luft.

En tilsvarende Formel benyttedes, da Badet bestod af en Blanding af Is og Vand, men i dette Tilfælde beløb Korrektionen sig kun til ca. 3 % af Værdien.

Den i Traaden udviklede Varmemængde  $Q$  gr. cal./Sec. bestemtes af Formlen  $Q = \frac{e^2}{4,186 w}$ , hvor  $e$  er den ved Kompensationsapparatet maalte Spændingsforskel efter Fradrag af Spændingstabet i Tilledningstraadene,  $w$  er Traadens Modstand, der holdtes konstant i hver Forsøgsrække. En Del  $Q_2$  af den saaledes fundne Varmemængde gaar imidlertid bort gennem Traadens Ender og maa derfor trækkes fra for at finde den Mængde  $Q_1$ , der gaar bort ved Straaling og Ledning gennem Luften.

En simpel Regning viser, at naar Middelværdien af Forskellen mellem Traadens og Omgivelsernes Temperaturer er  $\Delta t^\circ$  (idet Traadens Temperatur er forskellig paa forskellige Steder), og naar Varmemængden  $Q_2$  bortgaar gennem Enderne, vil  $Q$ ,  $Q_1$  og  $Q_2$  være forbundet ved Ligningerne

$$\frac{Q}{\Delta t} = \frac{cx^2}{1 - \frac{1}{x} \operatorname{Tg} x}; \quad \frac{Q_1}{\Delta t} = cx^2; \quad \frac{Q_2}{\Delta t} = cx^2 \frac{\frac{1}{x} \operatorname{Tg} x}{1 - \frac{1}{x} \operatorname{Tg} x}.$$

I disse Udtryk er  $c$  bestemt ved Traadens Længde  $L$ , Tværsnit  $A$  og Varmeledningskoefficient  $\alpha$ , idet  $c = \frac{4A}{L} \alpha$ ,  $x$  er en Hjælpestørrelse, der kan elimineres af Ligningerne.  $\operatorname{Tg} x$  er den hyperbolske Tangens af  $x$ .

Ved Hjælp af disse Ligninger er  $Q_1$  fundet af de observerede Værdier for  $Q$ , idet de kendte Værdier for Traadens Varmeledningskoefficient og Dimensioner indsattes. Tværsnitsarealet fandtes af Længde og Modstand. Korrektionen kan, som det vil ses af Tabellerne, i et enkelt Tilfælde beløbe sig til ca.  $\frac{1}{3}$  af den udviklede Varmemængde, men til Gengæld kan Korrektionen udføres med stor Sikkerhed. I de fleste Tilfælde er Korrektionens Størrelse mellem 5 og 10 % af de observerede Værdier og giver derfor ikke Anledning til nævneværdig Fejl.

I de følgende Tabeller er i første Kolonne under  $p_t$  opført de ved Pipettesystemet bestemte Tryk. I næste Kolonne er opført de Tryk, som heraf beregnes at have været i Apparatet, og i hvilke Varmeledningen er foregaaet. Under  $\frac{Q}{\Delta t}$  den ved den elektriske Strøm udviklede Varmemængde i gr. cal. pr. Sec. divideret med Middelværdien af  $\Delta t$  af Temperaturforskellen mellem Traaden og det omgivende Bad. Da Platintraadens Modstand forandrer sig praktisk talt proportionalt med Temperaturen, faar man netop Traadens Middeltemperatur bestemt ved Modstanden. Under  $\frac{Q_1}{\Delta t}$  er opført den for Afledningen gennem Traadens Ender korrigerede Varmemængde. I sidste Kolonne er Størrelsen  $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p}$  opført, idet  $\Delta Q_1$  og  $\Delta p$  er Differenserne mellem to paa hinanden følgende Værdier af afgiven Varmemængde og af Trykmaalinger.

Brintfyldning. Temperaturen af det ydre Bad  $0^\circ$  Celsius. Temperaturforskellen mellem Platintraaden og Badet  $\Delta t = 103,4$ ,  $\frac{2R}{\lambda} = 0,00265 p_{18}$ ,  $L = 9,67$  cm.,  $A = 10^{-6} \cdot 0,1122$  cm<sup>2</sup>,  $\alpha = 0,167$ .

$\frac{p^t}{t = 18^\circ}$	$\frac{p^t}{t = 0^\circ}$	$\frac{Q}{\Delta t} 10^6$	$\frac{Q_1}{\Delta t} 10^6$	$\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} 10^6$
Dyn./cm <sup>2</sup>	Dyn./cm <sup>2</sup>	$\frac{\text{gr. cal.}}{\text{Sec. Grad}}$	$\frac{\text{gr. cal.}}{\text{Sec. Grad}}$	
0	0	0,352	0,295	
7,16	6,94	0,729	0,648	0,0509
14,26	13,83	1,098	1,001	0,0511
21,30	20,68	1,463	1,351	0,0512
28,29	27,48	1,824	1,700	0,0513
35,23	34,24	2,182	2,047	0,0512
42,12	40,96	2,539	2,394	0,0517
48,95	47,64	2,894	2,739	0,0517
55,74	54,27	3,242	3,078	0,0511
62,46	60,86	3,587	3,415	0,0512
69,15	67,41	3,930	3,749	0,0510

Middel . . . . .  $0,0512 \pm 0,00008$

Brintfyldning. Temperaturen af det ydre Bad  $-79,5^\circ$  Celsius. Temperaturforskellen mellem Platintraaden og Badet  $\Delta t = 94,2^\circ$ ,  $\frac{2R}{\lambda} = 0,00284 p_{18}$ ,  $L = 9,67$  cm.,  $A = 10^{-6} \cdot 0,1122$  cm<sup>2</sup>,  $\alpha = 0,148$ .

$\frac{p^t}{t = 18^\circ}$	$\frac{p^t}{t = -79,5^\circ}$	$\frac{Q}{\Delta t} 10^6$	$\frac{Q_1}{\Delta t} 10^6$	$\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} 10^6$
Dyn./cm <sup>2</sup>	Dyn./cm <sup>2</sup>	$\frac{\text{gr. cal.}}{\text{Sec. Grad}}$	$\frac{\text{gr. cal.}}{\text{Sec. Grad}}$	
0	0	0,137	0,101	
7,02	5,75	0,539	0,474	0,0649
13,99	11,50	0,936	0,852	0,0658
20,90	17,24	1,327	1,228	0,0655
27,76	22,98	1,717	1,605	0,0657
34,57	28,71	2,105	1,981	0,0656
41,33	34,43	2,489	2,355	0,0654
48,04	40,14	2,868	2,724	0,0646
54,69	45,84	3,252	3,099	0,0658
61,29	51,52	3,628	3,467	0,0648
67,85	57,18	4,005	3,836	0,0652

Middel . . . . .  $0,0653 \pm 0,00014$

Brintfyldning. Temperaturen af det ydre Bad  $-192^{\circ}$  C. Temperaturforskellen mellem Platintraaden og Badet  $\Delta t = 96,8^{\circ}$ ,  $\frac{2R}{\lambda} = 0,00371 p_{15^{\circ}}$ ,  $L = 9,67$  cm.,  $A = 10^{-6} \cdot 0,1122$  cm<sup>2</sup>,  $\alpha = 0,138$ .

$\frac{p_t}{t = 15^{\circ}}$	$\frac{p_t}{t = -192^{\circ}}$	$\frac{Q}{\Delta t} 10^6$	$\frac{Q_1}{\Delta t} 10^6$	$\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} 10^6$
Dyn./cm <sup>2</sup>	Dyn./cm <sup>2</sup>	$\frac{\text{gr. cal.}}{\text{Sec. Grad}}$	$\frac{\text{gr. cal.}}{\text{Sec. Grad}}$	
0	0	0,036	0,014	
14,61	7,88	0,992	0,909	0,1136
29,11	15,96	1,947	1,832	0,1142
43,50	24,21	2,911	2,771	0,1138
57,77	32,61	3,895	3,734	0,1146
71,94	41,17	4,887	4,707	0,1137
86,01	49,85	5,906	5,708	0,1153
99,96	58,64	6,918	6,704	0,1133
113,81	67,54	7,931	7,702	0,1121
127,55	76,52	8,949	8,707	0,1119
141,19	85,59	9,983	9,727	0,1125

Middel . . . . .  $0,1135 \pm 0,00034$

Man vil i disse Tabeller lægge Mærke til, at Korrektionen for det termiske Molekulartryk er af den allerstørste Betydning, idet  $p_{-192^{\circ}}$  kun er ca. halvt saa stor som de observerede Tryk  $p_{15^{\circ}}$ . Ved Sammenligning af Kolonnerne for  $\frac{Q}{\Delta t}$  og  $\frac{Q_1}{\Delta t}$  ser man, hvilken Indflydelse Korrektioner for Varmeafledningen gennem Traadens Ender har haft. Værdierne for  $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p}$ , som er opført i sidste Kolonne, viser en ganske fortrinlig indbyrdes Overensstemmelse, idet Middelfvigelsen kun er  $1\frac{1}{2}$  à 3 Tusindedele af Middelværdien, og de smaa forekommende Uregelmæssigheder kan uden Vanskelighed forklares ved Temperaturvariationer, som under Forsøgenes Udførelse er forekomne i det ret omfangsrige Apparat med Manometer og Pipettesystem. Der synes i det hele taget ikke at være nogen Usikkerhed ved den nøjagtige Afmaaling af meget smaa Luftmængder, og der er efter dette neppe nogen Tvivl om, at man kan arbejde med ligesaa stor procentisk Nøjagtighed

med Luftmængder, hvis Tryk kun er en Milliontedel Atmosfære, som med Luftmængder under Atmosfæretryk. Man maa naturligvis sørge for, at de benyttede Glasapparater er rene og tørre.

Af de fundne Værdier for  $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p}$  vilde man finde  $\varepsilon_{1\infty}$  ved Division med Størrelsen af Traadens Overflade  $O$ . Denne kan imidlertid, da Traaden er saa tynd, ikke maales med tilstrækkelig Nøjagtighed, og en Bestemmelse ved Traadens Længde og dens elektriske Modstand giver heller ikke tilstrækkelig Nøjagtighed, da Traaden set under Mikroskop synes at afvige en Del fra den cirkulære Cylinderform. Idet man sætter  $\varepsilon_{1\infty} = \frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} \frac{1}{O}$ , ser man, at  $\varepsilon_{1\infty}$  vokser stærkt med aftagende Temperatur. Dette er i god Overensstemmelse med Teorien, ved hvilken det blev fundet, at den molekylære Ledningsevne mellem absolut ru Overflader kunde sættes lig med  $\varepsilon = 10,968 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{273}{T}}$ , hvor  $T$  er den absolute Temperatur af det Legeme, ved hvis Overflade Lufttrykket er bestemt, i dette Tilfælde det omgivende Glasrør.

I efterfølgende Sammenstilling er for de tre forskellige Temperaturer opført de iagttagne Værdier for  $\varepsilon_{1\infty}$  og de af Teorien beregnede Værdier for  $\varepsilon$  samt  $\frac{\varepsilon_{1\infty}}{\varepsilon} = a$ , der er den Størrelse, som kaldtes Accommodationskoefficienten.

Temperatur	$\varepsilon_{1\infty} \cdot 10^{-6}$	$\varepsilon \cdot 10^{-6}$	$aO$	$a$	$a$
0°	0,0512/ $O$	10,97	0,00467	0,350	
—79,5°	0,0653/ $O$	13,03	0,00501	0,376	—0,00093
—192°	0,1135/ $O$	20,13	0,00564	0,423	—0,00108

Som det senere skal vises, er Accommodationskoefficienten for Brint og en Wollastonplade ved 19,2°  $a = 0,3575$ . Heraf findes, at ved 0° er  $a = 0,350$ . Overføres denne Værdi paa Wollastontraaden, findes dennes Overflade at være  $O = 0,01334$ . Denne Værdi synes ret rimelig, da Modstandsbestemmelsen gav den lavere Grænseværdi  $O = 0,0115 \text{ cm}^2$ . Af den saaledes

fundne Række Værdier for  $a$  ser man, at Accommodationskoefficienten vokser, naar Temperaturen aftager. Det synes, som om den ved lave Temperaturer vokser hastigere end ved høje, hvilket vel var at vente, thi sammenholder man de her anførte Værdier for  $a$  med de for Ilt og Kulsyre fundne, synes det, som om man kan opstille den almindelige Regel, at jo større Molekulhastighed en Luftart har, desto mindre er dens Accommodationskoefficient ved Berøring med en given Overflade.

For Temperaturer, der er højere end flydende Lufts Temperatur, kan man som første Tilnærmelse sætte Forandringen i  $a$  proportional med Temperaturforandringen. Sætter vi saaledes

$$a_t = a_0(1 + at),$$

faar  $a$  de i Tabellen opførte Værdier, idet den første er bestemt for Intervallet  $0^\circ$ ,  $-79,5^\circ$  og den anden for Intervallet  $0^\circ$ ,  $-192^\circ$ . Man ser, at Temperaturkoefficienten for  $a$  er ca. 1 0/0, og at de to Værdier ikke er synderlig forskellige. At Formlen skulde kunne finde Anvendelse ved meget lavere Temperaturer end de her benyttede, er der neppe Anledning til at tro. Derimod kan man sikkert uden synderlig Fejl anvende den i Intervallet  $0^\circ$  til  $100^\circ$ .

Det er ikke helt uden Interesse at sammenligne de Varmemængder, som Traaden har afgivet i Vakuüm. Sætter man i Følge Stefan's Lov for  $p = 0$

$$Q_1 = C(T_1'^4 - T_2'^4),$$

har man for Konstanten  $C$  for det absolut sorte Legeme og med Benyttelse af de Enheder, som er anvendt i Tabellerne,  $C = 1,27 \cdot 10^{-12}$ . Til Sammenligning hermed fandtes følgende Værdier for  $C$  ved de absolute Temperaturer  $T_1'$  og  $T_2'$ .

$T_1'$	$T_2'$	$C \cdot 10^{12}$
377,2	273	0,158
287,7	193,5	0,131
177,8	81	0,109

Ved  $100^\circ$  er Platinets Udstraaing altsaa ca.  $\frac{1}{8}$  af det absolut sorte Legemes, medens Tabellen ved den laveste Temperatur giver  $\frac{1}{12}$  for dette Forhold. Den første Værdi for Forholdet synes meget rimelig, da Overfladen af en Wollastontraad neppe er helt glat, men den sidste Værdi synes afgjort at være for stor. Da Apparatet var nedsænket i flydende Luft, var for  $p = 0$   $\frac{Q_1}{\Delta t} = 0,0144 \cdot 10^{-6} \frac{\text{cal.}}{\text{sec.}}$ . I Sammenligning hermed bevirker et Brintryk paa 1 Dyn/cm<sup>2</sup> en Varmef afgivelse paa  $0,1135 \cdot 10^{-6} \frac{\text{cal.}}{\text{sec.}}$ , hvoraf man ser, at et Brintryk paa  $\frac{1}{10}$  Dyn/cm<sup>2</sup> vilde have været tilstrækkeligt til at bevirke næsten hele det forefundne Varmetab ved det Tryk, som er kaldt 0, men som man altsaa i denne Sammenhæng neppe har været berettiget til at se bort fra. Man ser heraf, hvor nødvendigt det er at maale Luftrykket ved Straalingsbestemmelser ved lave Temperaturer.

#### VII. Accommodationskoefficientens Betydning i den kinetiske Luftteori.

Som omtalt i det teoretiske Afsnit savner man Forudsætninger for at kunne afgøre, om Accommodationskoefficienten  $a$ , der maales som et Forhold mellem afgivne Varmemængder, vil indgaa i Teorien som et konstant Forhold mellem Molekulernes Hastighedsdifferenser eller paa anden Maade.

For at besvare dette Spørgsmaal ad eksperimentel Vej anstilledes en Forsøgsrække med det i forrige Afsnit beskrevne Apparat, idet Wollastontraaden opvarmedes til forskellige Temperaturer, medens Luftrykket holdtes konstant. Ved disse Forsøg var Apparatet omgivet af smeltende Is. Temperaturdifferensen mellem Traaden og Badet er i den følgende Tabel betegnet med  $\Delta t$ . I Rækkerne  $\frac{Q_1}{\Delta t} 10^6$  er anført de afgivne Varmemængder divideret med Temperaturdifferensen og korrigerede for den Varmemængde, som ledes bort gennem Traadens Ender.

$$\Delta t = 26,79^\circ \ 53,59^\circ \ 80,39^\circ \ 104,22^\circ \ 134,00^\circ$$

$$\text{Ved } p = \text{ca. } 7 \text{ Dyn/cm}^2 \quad 10^6 \frac{Q_1}{\Delta t} = 0,544 \ 0,581 \ 0,624 \ 0,670 \ 0,739$$

$$\text{Ved } p = \text{ca. } 50 \text{ Dyn/cm}^2 \quad 10^6 \frac{Q_1}{\Delta t} = 2,633 \ 2,678 \ 2,716 \ 2,758 \ 2,818$$

$$\text{Differens} = 2,089 \ 2,097 \ 2,092 \ 2,088 \ 2,079$$

Man vil se, at disse Differenser ikke viser nogen nævneværdig Gang. Middelfavgivelsen fra deres Middelværdi beløber sig til ca. 3 ‰ af denne.

Man kan følgelig med fuld Ret antage, at Accommodationskoefficienten  $a$  er en Størrelse, der er uafhængig af Temperaturdifferensen, naar den bestemmes som Forholdet mellem den Varmemængde, som Luften bortleder fra Traaden, og den Mængde, som den vilde bortlede, hvis Traadens Overflade var fuldstændig ru.  $a$  er følgelig i den kinetiske Teori bestemt som et Forhold mellem Hastighedskvadratsdifferenser. At  $a$  som konstant Værdi ikke kan opfattes som det tilsvarende Forhold mellem Hastighedsdifferenser, vil man se af den i det teoretiske Afsnit anførte Formel

$$\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2 = a(\Omega_1'^2 - \Omega_2'^2)F,$$

$$\text{hvor } F = \frac{2 \frac{\Omega_2'}{\Omega_1'} + a - a \frac{\Omega_2'}{\Omega_1'}}{1 + \frac{\Omega_2'}{\Omega_1}},$$

som maatte gælde under Forudsætning af, at  $a = \frac{\Omega_1 - \Omega_2}{\Omega_1' - \Omega_2'}$  var en Konstant. Indsættes de til Temperaturerne  $27^\circ$  og  $134^\circ$  svarende Værdier for  $\Omega_1'$  og den til Temperaturen  $0^\circ$  svarende Værdi for  $\Omega_2'$ , og sættes  $a = 0,3$ , faar man for

$$\Delta t = 27^\circ, \quad \frac{\Omega_2'}{\Omega_1'} = 0,95 \quad \text{og} \quad F = 0,98,$$

$$\Delta t = 134^\circ, \quad \frac{\Omega_2'}{\Omega_1'} = 0,82 \quad \text{og} \quad F = 0,92.$$

Havde den anførte Formel været rigtig, skulde Forholdet  $\frac{Q_1^2 - Q_2^2}{Q_1'^2 - Q_2'^2}$  altsaa være fundet 6 0/0 lavere ved den største Temperaturforskel end ved den mindste, og saa stor systematisk Aftagen findes, som man vil se, ikke i den i Tabellen opførte Række Differenser. Forsøgene har saaledes bekræftet, hvad man maaske paa Forhaand vilde have været tilbøjelig til at vente.

### VIII. Varmeafgivelsen fra meget smaa Legemer ved højere Tryk.

For at de i det teoretiske Afsnit udviklede Formler for den molekulære Ledningsevne skal have Gyldighed for en Traad, der er anbragt i et videre Glasrør, kræves kun, at Traadens Diameter er forsvindende i Sammenligning med Middelvejlængden, medens dennes Forhold til Rørdiametren er uden Betydning. Man kan derfor vente, at efterhaanden som Trykket forøges, vil Varmeafgivelsen vedblive at forøges op til saa høje Tryk, at Middelvejlængden bliver lille i Sammenligning med Traadens Diameter.

For at prøve dette Forhold maalttes Varmeafgivelsen til den omgivende Luft (Brint) med den i det foregaaende beskrevne Wollastontraad ved højere Tryk. Det omgivende Glasrør holdtes ved 0°. Ved Tryk lavere end 400 Dyn/cm<sup>2</sup> var Temperaturforskellen mellem Traad og Bad 104,2°, ved Tryk mellem 400 og 6000 Dyn/cm<sup>2</sup> var Temperaturforskellen 32,73°, ved højere Tryk benyttedes mindre Temperaturforskel, ved Atmosfæretryk var den 2,98°. Med Trykket 1075 Dyn/cm<sup>2</sup> begyndtes en ny Række.

I den følgende Tabel er angivet de Varemængder  $\frac{Q_1}{\Delta t}$ , som hver Overfladeenhed af Traaden ved de forskellige (korrigerede) Tryk afgiver gennem Luften for 1° Temperaturforskel. De afgivne Varmemængder er korrigerede for Afledning gennem

Traadens Ender samt for Straaling. Traadens Overflade er sat lig med 0,01334 cm<sup>2</sup>.

$p$ Dyn/cm <sup>2</sup>	107,3	214,8	322,1	428,6	534,8	640,0	744,6	848,6	950,9	1053,3
$\frac{Q_1}{\Delta t} \cdot 10^6$	407,7	815,6	1220,5	1621,3	2015,2	2413,5	2804,8	3192,3	3576,0	3954,2
$\frac{Q_1}{\Delta t} \cdot \frac{1}{p} \cdot 10^6$	3,79	3,80	3,79	3,78	3,77	3,77	3,77	3,76	3,76	3,76
$\frac{Q_1}{\Delta t} \cdot \frac{1}{p} \cdot 10^6$	3,79	3,79	3,78	3,78	3,77	3,77	3,77	3,76	3,76	3,76
(beregnet)										

$p$ Dyn/cm <sup>2</sup>	1075	3200	6355	13450	35000	66800	129000	505000	1016000
$\frac{Q_1}{\Delta t} \cdot 10^6$	4009	11651	22046	42117	83900	121900	190900	211100	223900
$\frac{Q_1}{\Delta t} \cdot \frac{1}{p} \cdot 10^6$	3,73	3,64	3,48	3,13	2,40	1,83	1,48	0,418	0,220
$\frac{Q_1}{\Delta t} \cdot \frac{1}{p} \cdot 10^6$	3,76	3,75	3,59	3,40	2,87	2,28	1,56	0,449	0,224
(beregnet)									

Maalingerne ved Tryk fra 0 til 1062 Dyn/cm<sup>2</sup> er udført med en lignende Nøjagtighed som de tidligere Maalinger. De højere Tryk kunde derimod ikke bestemmes med en tilsvarende procentisk Nøjagtighed. Man ser imidlertid, at Størrelsen  $\frac{Q_1}{\Delta t} \cdot \frac{1}{p}$  kun aftager ganske lidt ved Tryk, der er mindre end 1000 Dyn/cm<sup>2</sup>. Med yderlig voksende Tryk iagttages en tydelig Aftagen i dette Forhold, der ved Atmosfæretryk bliver ca. 17 Gange saa lille som det er ved smaa Tryk. Selve de afgivne Varmemængder nærmer sig, som det er at vente, en konstant Værdi ved store Tryk.

Af Tabellen faar man en Forestilling om, hvilken betydelig Rolle Luftkølingen spiller ved en saa tynd Traad, idet den Varmemængde, som Traaden afgiver ved Atmosfæretryk i Brint, er ca. 20000 Gange saa stor som den Varmemængde, der afgives ved Straaling i Vakuum ved ca. 50°. For  $p = \infty$  skulde Traadens Varmefgivelse  $Q_\infty$  fra hver Overfladeenhed kunne beregnes efter den sædvanlige Varmeledningsformel. Man finder

$$Q_{\infty} = \frac{\alpha}{R \log \text{nat} \frac{R_1}{R}} \Delta t,$$

idet  $\alpha$  er den sædvanlige Varmeledningkoefficient for Luftarten,  $R$  er Traadens Radius og  $R_1$  det omgivende Rørs Radius,  $\Delta t$  er Temperaturforskellen mellem Traaden og det omgivende Rør. Sættes i denne Formel  $\Delta t = 1$  og  $\alpha = 0,00039$ ,  $R = 0,000220$  (bestemt af Overflade og Længde) og  $R_1 = 0,535$ , faas  $\frac{Q_{\infty}}{\Delta t} \cdot 10^6 = 227000$ , en Værdi, som er meget lidt større end den, der findes af Tabellen ved det største Tryk, nemlig 223900.

Det viser sig nu, at Varmetabet  $Q_p$  fra hver Overfladeenhed af Traaden ved Trykket  $p$  som en første Tilnærmelse kan udtrykkes ved

$$Q_p = Q_{\infty} \left(1 - e^{-\frac{a\varepsilon}{Q_{\infty} p}}\right),$$

hvor  $a\varepsilon = 3,79 \cdot 10^{-6}$ .

Ved Trykket  $p = 1000$  Dyn/cm<sup>2</sup>, hvor Middelvejlængden endnu er ca. 100 Gange saa stor som Traaddiametren, giver Formlen, at  $Q_p$  kun er 1 % mindre end dens Værdi for  $p = 0$ , hvilket ogsaa er i god Overensstemmelse med Tabellen, idet man ser, at Differensen mellem de iagttagne og de af ovenstaaende Formel beregnede Værdier holder sig konstant til dette Tryk. Ved højere Tryk passer Formlen mindre godt, men dog med saa stor Nøjagtighed, at den kan benyttes til Ekstrapolation i Tilfælde, hvor man ønsker at finde den molekulære Ledningsevne af Forsøg, ved hvilke man ikke har kunnet gøre de Instrumentdimensioner, hvorpaa det kommer an, forsvindende smaa i Sammenligning med Middelvejlængden.

#### IX. Accommodationskoefficientens Størrelse for forskellige Luftarter og forskellige Overflader.

Da de tidligere beskrevne Forsøg ikke har givet nøjagtige Oplysninger om Accommodationskoefficientens Størrelse, skal i

det følgende beskrives nogle Forsøg, som udførtes paa lignende Maade som Maalingerne med Wollastontraaden, idet denne erstattedes med et Platinbaand lavet ved at skære en Strimmel ud af en Sølvdoubleplade. Forbindelsesrøret mellem det Glasrør, som omgiver Baandet, og Pumpen valgtes ret vidt, ca. 5 mm., da der under Maalingerne blev draget Omsorg for, at Badet, som omgav Apparatet, havde meget nær samme Temperatur som Pipettesystemet, hvor Trykkene maales. Derved undgaar man den besværlige Korrektion for det termiske Molekulartryk. Tilledningstraadene til Baandet valgtes 1 mm. tykke og saa korte som muligt, for at man uden syn-derlig Fejl kunde sætte Temperaturen af Baandets Ender lig med Badets Temperatur, hvilket har Betydning for Korrek-tionen af den Varmemængde, som ledes bort gennem Baan-dets Ender.

Efter at Doublestrimlen var loddet til Tilledningstraadene, fjernedes Sølv et ved Ættsning, hvorpaa Platinbaandets Længde maales med Katetometer og Bredden ved Mikroskop og Okularmikrometer. Heraf findes Længden  $L$  ved  $100^{\circ}$  at være 9,938 cm. og Bredden  $B$  ved samme Temperatur 0,1566 cm. Bredden bestemtes som Middeltal af en Snes Maalinger ligelig fordelt over Baandets hele Længde. Forskellen mellem Bred-den paa det smalleste og det bredeste Sted var 0,010 cm.

Baandet med Platinramme og Tilledningstraade indsattes dernæst i et Glasrør, som forbandtes med Pumpe og Pipette-system, dets Modstand bestemtes, idet Apparatet med Atmo-sfæretryk nedsattes i et Vandbad med Stuetemperatur. Metal-beholderen, hvori Badet fandtes, var med en Kautchukplade forbundet med Apparatets øverste Del, saa man ved at fjerne Størstedelen af Vandet i Beholderen bekvemt kunde udføre en Kogepunktsbestemmelse og saaledes reducere Justeringen til en Barometermaaling. Modstanden maales altsaa ved Vandets Kogepunkt, og ved alle følgende Maalinger sørgedes for, at denne Modstand holdtes uforandret. Ved Justeringen

sørgedes for, at Maalestrømmen ikke frembragte nogen kendelig Opvarmning, og eventuelle termoelektriske Kræfter elimineredes ved som Galvanometrets Ligevægtsstilling at benytte den, som fandtes, naar Forbindelsen mellem Galvanometret og Wheatstones Bro var sluttet. Tilledningstraadens Modstand bestemtes særskilt.

Platinbaandets Modstand var 8,130 Ohm ved  $19,96^\circ$ , af hvilken Størrelse og Længden man finder Tværsnitsarealet  $A$  at være  $A = 14,56 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2$ , hvoraf Tykkelsen 0,0000970 cm. Af disse Dimensioner og den kendte Værdi for Platinets Varmeledningkoefficient er for hver enkelt Maaling beregnet den Varmemængde, som bortgaar gennem Baandets Ender. Glasrøret, i hvilket Baandet var indsat, havde en Diameter paa 1,3 cm.

Set med blotte Øjne var Baandet ganske blankt, men set under Mikroskop viste der sig smaa Ujævnheder paa Overfladen, hvorfor det er at vente, at de fundne Værdier for  $\alpha$  vil være lidt større end de, der findes for en Flade, der er saa glat, som den kan fremstilles.

Efter at Konstanterne var bestemt, toges en Række Maalinger med Brint, Ilt og Kulsyre, idet Trykkene varieredes ved Pipettesystemet og Maalingerne for øvrigt udførtes som med Wollastontraaden med Benyttelse af Wheatstones Bro og Kompensationsapparat. Apparatet var under Maalingerne nedsænket i Vandbad, i hvilket der sørgedes for Omrøring ved en svag Luftstrøm, som boblede gennem Vandet. Badets Temperatur aflæstes paa Kvægsølvtermometer ved hver Maaling.

Efter denne Maalingsrække, hvis Resultater er opførte i de følgende Tabeller under „Platinbaand I blankt“, toges Apparatet fra Pipettesystem og Pumpe, Glasrøret, som omgav Platinbaandet, aabnedes, og Platinbaandet platineredes ved elektrolytisk Udfældning af et tyndt Lag Platinsort. Med det saaledes behandlede Baand, hvis Modstand var blevet

forandret ganske lidt, udførtes atter en Række Maalinger paa Brint, Ilt og Kulsyre, der er opført i Tabellerne under „Platinbaand I, svagt platineret“.

Under Forsøget paa at platinere Baandet yderligere blev Baandet beskadiget, saa at et nyt maatte indsættes. Dette Baand platineredes før Indsættelsen i Apparatet med saa tykt et Lag Platinsort, at man i Mikroskopet netop kunde se Platinsortet danne ganske smaa Takker ved Baandets Rande. At Baandets Bredde var blevet forøget ved Platineringen, kunde netop konstateres, og man kan heraf slutte, at Platineringen af det forrige Baand ikke havde forøget dets Bredde kendeligt. Det nye Baands Konstanter var  $L_{100^\circ} = 9,815$  cm. og efter Platineringen  $B_{100^\circ} = 0,1939$  cm., Overfladen  $O = 3,806$  cm<sup>2</sup>, Modstanden ved  $17,03^\circ$  6,441 Ohm, Tværsnitsarealet  $A = 17,98 \cdot 10^{-6}$  cm<sup>2</sup> og Tykkelsen 0,0000928 cm. Med dette Baand udførtes en Maalingsrække med de samme Luftarter som før, og Resultaterne er opført i Tabellerne under „Platinbaand II, stærkt platineret“.

I den følgende Tabel betegner  $t_1$  Middelttemperaturen i Celsiusgrader af Platinbaandet,  $t_2$  Middelværdien af samtlige Temperaturer af Badet.  $\Delta t$  Differensen mellem  $t_1$  og Badets Temperatur reduceret til Brinttermometer,  $p$  betegner Trykkene i Dyn/cm<sup>2</sup>,  $Q$  de i Sekundet afgivne Varmemængder,  $Q_1$  de tilsvarende Værdier korrigerede for Afledning gennem Enderne. I sidste Kolonne er Varmeafgivelsen i gr. cal. pr. Sec., Grad, og Dyn/cm<sup>2</sup> opført under  $\frac{Q_1}{\Delta t \Delta p}$ .

For at give en Forestilling om de udførte Maalinger og deres Benyttelse skal Tabellen for Platinbaand I, blankt, Brintfyldning, gives fuldstændig. Alle de øvrige Maalinger udførtes og beregnedes paa nøjagtig samme Maade, men gives i stærkt afkortet Form, idet kun den første Værdi for  $\Delta p$  opføres, betegnet med  $\Delta_1 p$ , samt Slutningsrækken  $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p}$ . For hver Maalingsrække er tillige opført den til Trykket  $p = 0$  svarende Temperaturdifferens  $\Delta t$  samt Varmeafgivelsen  $\frac{Q_1}{\Delta t}$ , der hoved-

sagelig skyldes Straaling. For Oversigtens Skyld er Resultaterne fra den udførlige Tabel gentaget i den afkortede Form.

Platinbaand I, blankt. Brintfyldning.

$\Delta t^\circ$	$p$	$\Delta p$	$\frac{Q}{\Delta t} \cdot 10^6$	$\frac{Q_1}{\Delta t} \cdot 10^6$	$\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} \cdot 10^6$
80,890	0,000		76,054	66,790	
80,925	3,470	3,470	114,847	103,595	10,61
80,950	6,913	3,443	152,731	139,843	10,53
80,985	10,331	3,418	189,830	175,525	10,44
81,010	13,721	3,390	226,185	210,620	10,35
81,040	17,087	3,366	261,828	245,124	10,25
81,070	20,426	3,339	296,786	279,037	10,16
81,140	23,741	3,315	331,101	312,384	10,06
81,170	27,030	3,289	364,841	345,220	9,98
81,200	30,293	3,263	397,994	377,525	9,90
81,235	33,533	3,240	430,604	409,335	9,82

Platinbaand I, blankt. Brintfyldning.

$$t_1 = 100,23^\circ, \Delta_1 p = 3,470 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 80,890^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 66,790 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} = 10,61 \quad 10,53 \quad 10,44 \quad 10,35 \quad 10,25 \quad 10,16 \quad 10,06 \quad 9,98 \quad 9,90 \quad 9,82$$

Platinbaand I, blankt. Iltfyldning.

$$t_1 = 100,23^\circ, \Delta_1 p = 3,456 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 80,315^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 66,468 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} = 6,73 \quad 6,54 \quad 6,35 \quad 6,22 \quad 6,03 \quad 5,86 \quad 5,70 \quad 5,56 \quad 5,40 \quad 5,28$$

Platinbaand I, blankt. Kulsyrefyldning.

$$t_1 = 100,23^\circ, \Delta_1 p = 3,503 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 80,960^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 66,094 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} = 7,59 \quad 7,19 \quad 6,85 \quad 6,48 \quad 6,18 \quad 5,90 \quad 5,62 \quad 5,37 \quad 5,13 \quad 4,92$$

Platinbaand I, svagt platineret. Brintfyldning.

$$t_1 = 101,84^\circ, \Delta_1 p = 3,452 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 80,710^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 205,844 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} = 15,83 \quad 15,67 \quad 15,49 \quad 15,60 \quad 15,12 \quad 14,94 \quad 14,78 \quad 14,62 \quad 14,50 \quad 14,32$$


---

Platinbaand I, svagt platineret. Iltfyldning.

$$t_1 = 101,84^\circ, \Delta_1 p = 3,481 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 81,225^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 205,115 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} = 7,56 \quad 7,39 \quad 7,09 \quad 6,90 \quad 6,70 \quad 6,49 \quad 6,82 \quad 6,15 \quad 5,91 \quad 5,79$$


---

Platinbaand I, svagt platineret. Kulsyrefyldning.

$$t_1 = 101,84^\circ, \Delta_1 p = 3,569 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 81,595^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 204,656 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} = 8,33 \quad 8,00 \quad 7,46 \quad 7,06 \quad 6,67 \quad 6,37 \quad 6,06 \quad 5,77 \quad 5,48 \quad 5,21$$


---

Platinbaand II, stærkt platineret. Brintfyldning.

$$t_1 = 99,76^\circ, \Delta_1 p = 3,472 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 82,735^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 648,970 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta p \Delta t} = 23,72 \quad 23,22 \quad 22,81 \quad 22,43 \quad 22,02 \quad 21,72 \quad 21,35 \quad 21,19 \quad 20,82 \quad 20,71$$


---

Platinbaand II, stærkt platineret. Iltfyldning.

$$t_1 = 99,76^\circ, \Delta_1 p = 3,491 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 80,760^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 654,911 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta p \Delta t} = 9,51 \quad 9,14 \quad 8,82 \quad 8,56 \quad 8,24 \quad 7,97 \quad 7,66 \quad 7,41 \quad 7,23 \quad 6,98$$


---

Platinbaand II, stærkt platineret. Kulsyrefyldning.

$$t_1 = 99,76^\circ, \Delta_1 p = 3,517 \text{ Dyn/cm}^2; \text{ for } p = 0 \Delta t = 80,680^\circ,$$

$$\frac{Q_1}{\Delta t} = 656,126 \cdot 10^{-6} \text{ cal.}$$

$$10^6 \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta p \Delta t} = 10,54 \quad 9,94 \quad 9,43 \quad 8,71 \quad 8,23 \quad 7,73 \quad 7,28 \quad 6,87 \quad 6,59 \quad 6,29$$

Af Tabellen for Platinbaand I, blankt, Brintfyldning ser man, at det ydre Bads Temperatur kun har varieret ca.  $0,3^\circ$  under hele Forsøgsrækken, og i de øvrige Forsøgsrækker var Variationen sædvanligvis endnu mindre. Det til Temperaturbestemmelsen af Badet benyttede Termometer var delt i Tiendedelsgrader og aflæstes med Kikkert, saa Tohundrededele kunde skønnes. En nøjagtig Temperaturbestemmelse ses at være af stor Betydning. En Fejl paa  $\frac{1}{100}^\circ$  f. Eks. i den sidst opførte Temperatur vilde forandre den dertil hørende Værdi for  $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} \cdot 10^6$  fra at være 9,82, som den er funden, til at være 9,87. Som man ser, vilde en saadan Forandring bryde Rækkens Regelmæssighed, hvilket kan tjene som et Maal for den Nøjagtighed, med hvilken saavel Temperaturbestemmelserne som de øvrige Maalinger er udført.

De øvrige Rækker for  $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} \cdot 10^6$  ses at være udført med tilsvarende Nøjagtighed, og man skal nu af de observerede Størrelser finde de til  $p = 0$  svarende Værdier af  $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} \cdot 10^6$ . Denne Ekstrapolation kan, som det vil ses af Rækken, udføres med stor Nøjagtighed. Sættes  $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t \Delta p} \cdot 10^6 = y$ , er Ekstrapolationen foretaget under Forudsætning af, at  $\Delta \log \frac{\Delta y}{\Delta p}$  er konstant i hver af Rækkerne. Man ser af Tabellerne, at  $y$  aftager langt stærkere for Ilt og Kulsyre end for Brint, hvilket maa tilskrives, at Middelvejlængden for Ilt og Kulsyre er en Del mindre end for Brint og saaledes med voksende Tryk hurtigere naar ned til at blive af samme Størrelsesorden som Platinbaandets Bredde og Afstanden mellem Baandet og Glasrøret. Det højeste Tryk, ved hvilket Maalinger foretoges, var ca. 34 Dyn/cm<sup>2</sup>, ved hvilket Tryk Middelvejlængden er ca. 6 mm. for Brint og knap halv saa stor for de andre Luftarter. Det sidst benyttede Platinbaand var knap 2 mm. bredt, og det først benyttede noget smallere. Af Rækkerne for Ilt og Kulsyre ser man, at det er berettiget at ekstrapolere efter Formlen  $\Delta \log \frac{\Delta y}{\Delta p} = \text{konstant}$ , og Rækkerne for Brint modsiger ikke

denne Antagelse. Ekstrapolationen gav de i følgende Tabel opførte Værdier efter at være dividerede med Platinbaandets Overfladeareal, idet  $\varepsilon_{(rR)} = \frac{dQ_1}{\Delta t dp} \frac{1}{O}$ .

Værdier for  $\varepsilon_{(rR)} \cdot 10^6$ .

	Brint	Ilt	Kulsyre
Platinbaand I, blankt . . . . .	3,423	2,186	2,479
Platinbaand I, svagt platineret .	5,121	2,458	2,738
Platinbaand II, stærkt platineret	6,230	2,530	2,822

Disse Størrelser, der er et direkte Maal for de Varmemængder, som en  $\text{cm}^2$  af Baandet afgiver ved Ledning gennem de forskellige Luftarter under iøvrigt lige Omstændigheder, viser tydeligt, at Overfladebeskaffenheden har overordentlig stor Indflydelse paa den ved Ledning afgivne Varmemængde. For Brintens Vedkommende bevirker Platineringen, at den afgivne Varmemængde bliver næsten fordoblet, hvilket maa betragtes som et direkte eksperimentelt Bevis for, at der ved Varmeovergang mellem et fast Legeme og Luft maa foregaa noget, som den kinetiske Teori uden Hjælpehypoteser ikke er i Stand til at gøre Rede for. Man ser, at Brinten i Berøring med det blanke Platin kun leder Varmen ca.  $1\frac{1}{2}$  Gange bedre end Ilt og Kulsyre, hvorimod Brinten i Berøring med Platin-sort leder mere end dobbelt saa godt som de andre undersøgte Luftarter. At den opstillede Teori om Accommodationskoefficienten betragtet som en Størrelse af rent mekanisk Natur og uden væsentlig Forbindelse med Platinets Absorptionsevne overfor Brint eller Platinsortets specielle Absorption ogsaa i dette Tilfælde er i Stand til at bringe Teorien i Overensstemmelse med Forsøgsresultaterne, vil indses ved følgende Betragtning.

Kunde vi antage, at det omgivende Glasrørs Overflade havde været fuldstændig ru, vilde man have fundet de tilsvarende Accommodationskoefficienter ved at dividere de opførte Tal med de tilhørende teoretiske Værdier for de

molekulære Varmeledningskoefficienter  $\varepsilon$  ved Badets Temperatur. Udføres denne Division, faar man som første Tilmærmelse for  $a$  følgende Værdier  $a_0 = \frac{\varepsilon(rR)}{\varepsilon}$ :

	Brint	Ilt	Kulsyre
Platinbaand I, blankt . . . . .	$a_0 = 0,323$	0,808	0,843
Platinbaand I, svagt platineret .	$a_0 = 0,485$	0,910	0,932
Platinbaand II, stærkt platineret	$a_0 = 0,586$	0,934	0,959

For Glas og Brint fandtes tidligere ved Forsøgene med de koncentriske Cylindre  $a = 0,26$ . Den samme Værdi fandtes for en glat og blank 0,0051 cm. tyk Platintraad, hvoraf man tør slutte, at Accommodationskoefficienterne for Glas og blankt glat Platin ikke er synderligt forskellige. At Værdien er lidt lavere end den i Tabellen opførte Værdi for  $a_0 = 0,32$ , er ret naturligt, da Platinbaandets Overflade set under Mikroskop var noget ujævn i Modsætning til Platintraaden, der viste sig at være ganske glat.

Antager vi i Overensstemmelse hermed, at Accommodationskoefficienterne  $a_1$  for Glas har følgende Værdier, for Brint  $a_1 = 0,26$ , for Ilt  $a_1 = 0,80$  og for Kulsyre  $a_1 = 0,84$ , og betegner vi ved  $a$  den for Platinbaandet gældende Accommodationskoefficient, har man i Følge en Betragtning, der er analog med den, som anvendtes ved de koncentriske Cylinderflader, at  $a$  er bestemt ved Ligningen

$$a_0 = a \left( 1 - \frac{r}{R} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{a(1-a_1)^n}{1-(1-a)(1-a_1)^n} \left( 1 - \frac{r}{R} \right)^{n-1} \right),$$

hvor  $n$  er Talrækkens hele Tal.

Erstattes  $\frac{r}{R}$  i Formlen med Forholdet mellem Platinbladets Overflade og Glasrørets Inderflade, bliver dette Forhold for det første Platinbaand  $\frac{r}{R} = 0,077$  og for det andet Baand  $\frac{r}{R} = 0,095$ , idet Diametren af Glasrøret, som omgiver Platinbaandet, var 1,3 cm. Beregningen gav følgende Værdier for  $a$ :

	Brint	Ilt	Kulsyre
Platinbaand I, blankt . . . . .	$a = 0,3575$	0,8345	0,868
Platinbaand I, svagt platineret . .	$a = 0,5555$	0,9265	0,945
Platinbaand II, stærkt platineret	$a = 0,7122$	0,9564	0,975

For Iltens og Kulsyrens Vedkommende er de opførte Værdier for  $a$  ikke synderligt forskellige fra  $a_0$ , saa at Resultaterne ikke forringes synderligt trods det ret mangelfulde Kendskab til  $a_1$ . Af denne Tabel over  $a$  ser man, at Accommodationskoefficienten er blevet meget stærkt forandret ved Platineringen. For Brintens Vedkommende er den endogsaa bleven fordoblet. Man ser, at den for Ilt og Kulsyre nærmer sig meget stærkt til sin Maksimumsværdi 1, og man kan følgelig for disse Luftarter antage, at man ved Platinering er i Stand til at skaffe sig en tilnærmelsesvis absolut ru Overflade. Dette har særlig Interesse, thi dette Tilfælde er saavidt mig bekendt det eneste, hvor man har opnaaet god Overensstemmelse mellem Eksperiment og den kinetiske Teori, hvad Varmeledning angaar, og man opnaar dette uden at tage Accommodationsteorien til Hjælp. Med Benyttelse af denne Teori bliver Overensstemmelsen yderligere forbedret.

At Accommodationskoefficienterne for Ilt og Kulsyre kan opnaa store Værdier ved Platineringen, har utvivlsomt sin Grund i, at disse Luftarter har store Værdier for  $a$  overfor det glatte Metal. Antager vi, at Platinsortet bestaar af smaa Platinstykker eller Lameller, der hver for sig er ganske glatte, behøves der for disse Luftarter kun faa Tilbagekastninger inde mellem Lamellerne, før Fladen virker, som den var absolut ru. Anderledes forholder det sig derimod med Brinten, der har den lille Værdi for  $a$ . Tænker vi os Overfladen af en Plade bedækket med et System af uendelig tyndvæggede Rør (som en Bikage), og er Rørenes Diameter forsvindende lille i Sammenligning med deres Dybde, vil man have en Overflade, der overfor Molekulstødene er meget ru. Af de Luftmolekuler,

der kommer ind gennem Mundingen af et cirkulært Rør, vil ca.  $\frac{1}{4}$  (nøjagtigere  $\frac{\pi}{2} - \frac{4}{3} = 0,2375$ ) i Følge Stødets cosinus-Lov komme tilbage gennem Mundingen efter at have udført et og kun et Stød mod Rørvæggen, medens Resten støder to eller flere Gange. Erstatte man Rørene med parallelle Lameller, bliver Sandsynligheden for et og kun et Stød  $1 - \frac{\pi}{4} = 0,2146$ . At Platinsortet skulde være mere ru end dette Tilfælde, kan vel næppe tænkes, og man forstaar da, at Brintens Værdi for  $a$  ikke har kunnet nærme sig mere til 1, end Tilfældet har været.

Har et Molekul, som kommer ind mod en blank Flade, Accommodationskoefficienten  $a$ , maa det faa en større Accommodationskoefficient  $a_r$  efterhaanden, som Fladen gøres mere og mere ru, idet flere af Molekulerne da kan støde mere end en Gang mod Fladen. Vi kalder Sandsynligheden for 1 og kun 1 Stød mod den ru Flade  $x_1$  og for 2 og kun 2 Stød  $x_2$  o. s. v. Er Temperaturforskellen mellem Fladen og de indkommende Luftmolekuler  $1^\circ$ , vil de Molekuler, der støder 1 og kun 1 Gang, mangle  $(1-a)$  Grader i at have faaet Legemets Temperatur. De, der støder 2 og kun 2 Gange, mangler  $(1-a)^2$  Grader i at have faaet Legemets Temperatur. Vi har da

$$1 - a_r = x_1(1-a) + x_2(1-a)^2 + x_3(1-a)^3 \dots$$

Idet Sandsynligheden for at støde flere end 1 Gang er  $1-x_1$ , og idet vi antager, at de Molekuler, som har stødt 1 Gang, har Sandsynligheden  $x'$  for endnu et og kun et Stød til, faar man  $x_2 = (1-x)x'$  og paa lignende Maade  $x_3 = (1-x_1)(1-x')x''$  og  $x_4 = (1-x_1)(1-x')(1-x'')x'''$  o. s. v. Er Overfladen kun lidet ru, maa man have  $x' = x'' = x''' \dots = x_1$ , og altsaa

$$x_n = (1-x_1)^{n-1} x_1,$$

hvoraf

$$1 - a_r = \sum_{n=1}^{n=\infty} (1-a)^n (1-x_1)^{n-1} x_1 = \frac{x_1(1-a)}{1 - (1-a)(1-x_1)},$$

hvoraf

$$\frac{1}{a_r} - 1 = x_1 \left( \frac{1}{a} - 1 \right).$$

Antallet  $n$  af Stød, som hvert Molekul gennemsnitlig udfører mod Fladen, før det atter forlader den, bliver  $n = \frac{1}{x_1}$ , hvilket ses af en simpel Regning. For Flader, der kun er

lidet ru, skal man altsaa vente, at  $n = \frac{\frac{1}{a} - 1}{\frac{1}{ar} - 1}$  har samme

Værdi for alle Luftarter. For Flader, der er meget ru, altsaa saadanne, hvor en stor Del Molekuler trænger langt ind mellem Fladens Forgreninger, kan man ikke sætte  $x' = x'' = \dots = x_1$ , men bibeholder vi denne Antagelse som en første Tilnærmelse, kan man ved Hjælp af ovenstaaende Formel beregne  $n$  for de tre Luftarter eller rettere Forholdet mellem Antal af Stød mod Platinbaandets smaa Platinstykker og Antallet af Stød mod det blanke Baand. Man finder, idet  $n$  i første Række sættes lig 1:

	Brint	Ilt	Kulsyre
Platinbaand I, blankt . . . . .	$n = 1,0$	1,0	1,0
Platinbaand I, svagt platineret . . .	$n = 2,3$	2,5	2,6
Platinbaand II, stærkt platineret . .	$n = 4,4$	4,3	5,9

Man ser, at for Platinbaand I, svagt platineret, er Værdierne for  $n$  for de tre Luftarter virkelig meget nær lige store. For Platinbaand II, stærkt platineret, har man  $n = 5,9$  for Kulsyre mod 4,4 og 4,3 for Brint og Ilt. Afvigelsen vilde forklæres under Antagelse af, at Kulsyrens Værdi for  $a$  var blevet bestemt ca. 1 % for høj, saa at den virkelige Værdi skulde være 0,964 i Stedet for den ved Eksperimentet fundne 0,975. Der synes neppe at være Grund til at antage, at der skulde findes en saadan Fejlbestemmelse for Kulsyrens Vedkommende, medens en tilsvarende ikke forekommer for Ilten. Forskellen maa snarere søges i den teoretisk beregnede Værdi for den molekylære Ledningsevne  $\varepsilon$ . Ved Beregningen af denne benyttedes nemlig den Værdi for  $\frac{c_p}{c_v}$ , som gælder for Kulsyre

ved Atmosfæretryk. Ved disse lave Tryk er det rimeligt at  $\frac{c_p}{c_v}$  er mindre, ligesom den er det ved højere Temperatur. I Følge Amagat's Maalinger aftager  $\frac{c_p}{c_v}$  med aftagende Tryk. Vi kan derfor gaa ud fra, at  $\frac{c_p}{c_v}$  er regnet for stor i den Formel, hvoraf  $\varepsilon$  fandtes, og at  $\varepsilon$  derfor er fundet for lille. Under denne Forudsætning skulde Kulsyrens Værdier for  $a$  være fundet noget for store. Fuldstændig Overensstemmelse vilde tilvejebringes ved at erstatte den benyttede Værdi for  $\frac{c_p}{c_v} = 1,2995$  med  $\frac{c_p}{c_v} = 1,2957$ , en Forandring, som kan synes ret rimelig, da den kun andrager 3 promille. Benyttes denne Værdi for  $\frac{c_p}{c_v}$ , faar Tabellerne for  $a$  og  $n$  følgende Form:

	Brint	Ilt	Kulsyre	Brint	Ilt	Kul- syre
Platinbaand I, blankt	$a = 0,3575$	$0,835$	$0,858$	$n = 1,0$	$1,0$	$1,0$
Platinbaand I, svagt platineret . . . . .	$a = 0,5555$	$0,927$	$0,934$	$n = 2,3$	$2,5$	$2,3$
Platinbaand II, stærkt platineret . . . . .	$a = 0,7122$	$0,956$	$0,964$	$n = 4,4$	$4,3$	$4,4$

Ved denne Forandring ser man, hvor stærkt de fundne Værdier for  $n$  paavirkes af en ringe Forandring i  $\frac{c_p}{c_v}$ . Forandringen i den største af Kulsyrens Værdier for  $a$  har desuden medført, at dennes Størrelse passer godt med, hvad man kunde vente, om en tilsyneladende plan Overflade blev saa ru, som den sandsynligvis kunde blive. I saa Tilfælde skulde Sandsynligheden  $x_1$  for, at et Molekul rammer Overfladen 1 og kun 1 Gang, være ca.  $\frac{1}{4}$  eller  $\frac{1}{5}$ . Sætter man i Formlen  $\frac{1}{a_r} - 1 = x_1 \left( \frac{1}{a} - 1 \right)$ ,  $a = 0,858$  og  $x_1 = \frac{1}{4}$ , findes  $a_r = 0,962$ ; for  $x_1 = \frac{1}{5}$  finder man  $a_r = 0,966$ , der stemmer godt med den højeste Værdi for Kulsyre.

Selv om disse Beregninger hviler paa et noget løst Grundlag, da man savner nøjagtigt Kendskab til  $\frac{c_p}{c_v}$ , synes de dog at tyde paa, at de udførte Maalinger er rigtige, og at de for Iltens og Kulsyrens Vedkommende har givet de Værdier, som man skulde vente i Følge Teorien. Man faar altsaa her-

igennem en Bekræftelse paa denne, og, hvad der i denne Sammenhæng er af særlig Betydning, man faar bekræftet den i Teorien gjorte Antagelse om, at den translatoriske Energi og Atomenergien er fordelt blandt Molekulerne uafhængig af hinanden. Havde disse to Energiformer haft samme Forhold i hvert enkelt af samtlige Molekuler, vilde man have ventet  $\frac{1}{9}$  Gange saa store Værdier for  $\epsilon$  for Brint og Ilt og 16 % større Værdier for Kulsyre. Man ser, at Maalingerne ikke tyder herpaa.

De udførte Maalinger giver Materiale til at beregne Platinbaandets Udstrålingsevne under de forskellige Forsøg. Man finder for Konstanten  $C$  i Stefans Formel med de dertil hørende absolute Temperaturer  $T'_1$  og  $T'_2$  ( $T'_1$  angiver her Baandets Middeltemperatur, hvorfor Stefans Lov anvendt paa denne Maade kun giver en første Tilnærmelse):

	$T'_1$	$T'_2$	$C \cdot 10^{-12}$	$a$ (Brint)
Platinbaand I, blankt . . . . .	373,2	292,5	0,143	0,36
Platinbaand I, svagt platineret	374,8	293,7	0,435	0,56
Platinbaand II, stærkt platineret	372,8	291,4	1,154	0,71

Man faar af denne Tabel en Forestilling om, hvorledes  $a$  vokser med Sorthedegraden. Man kan naturligvis ikke paa Forhaand sige, om  $a$  er en entydig Funktion af  $C$ , men det er dog ret rimeligt, at den vil være det, naar Platinsortudfældningen foretages paa samme Maade, blot i forskellige Mængder. Derpaa tyder ogsaa den ved Wollastontraaden fundne Værdi  $C = 0,158 \cdot 10^{-12}$ , der ikke er meget forskellig fra den, som nu fandtes med det blanke Platinbaand, og Wollastontraadens Areal var netop beregnet under Forudsætning af, at  $a$  havde samme Værdi for Traaden som for Baandet. For det stærkt platinerede Platinbaand fandtes  $C = 1,15 \cdot 10^{-12}$ , medens Grænseværdien for det absolut sorte Legeme er  $C = 1,27 \cdot 10^{-12}$ . En yderligere Sværtning med Kamfersod forandrede ikke  $C$  synderligt men bragte derimod

$a$  for Brint til at aftage fra 0,71 til 0,64, altsaa en aldeles udpræget Formindskelse.

### X. Luftarternes Varmeledning ved høje Tryk.

Lad  $A_1$  og  $A_2$  (Figur 1) være de mod hinanden vendende Sider af to Metalplader, der har Temperaturerne (obs.)  $T'_1$  og  $T'_2$ , hvor  $T'_1 > T'_2$ . Lad Pladernes Afstand  $b$  være stor i Sammenligning med Middelvejtlængden  $\lambda$ . Vi lægger nu mellem Pladerne to Planer  $C_1 C_2$  parallel med Pladerne og saa nær hinanden, at deres Afstand er forsvindende i Sammenligning med Middelvejtlængden. Den Varmemængde  $Q$ , som i Tidsenheden pr. Overfladeenhed overføres mellem disse to Planer, kan i Følge Loven for den molekulære Varmeledning udtrykkes ved

$$Q = \varepsilon p \Delta t,$$

hvor  $\Delta t$  er Temperaturforskellen mellem Luftmolekulerne, der gennemfarer Pladerne i modsat Retning. Dette Udtryk er at forstaa paa den Maade, at hvis de Molekuler, der kommer fra højre, fik deres Hastigheder forøget, saa de blev lige med Hastighederne af dem, der kommer fra venstre, vilde man paa dette Sted i Luftmassen faa en homogen Luftart, hvis Temperatur betegnes med  $t_1$ . Paa lignende Maade opfattes Temperaturen af de fra venstre kommende Molekuler. Er den  $t_2$ , har man  $\Delta t = t_1 - t_2$ . Idet  $\Delta t$  forudsættes forsvindende lille i Sammenligning med de absolute Temperaturer i Luftmassen, kan man betragte Luftens Temperatur mellem de to Planer som værende  $\frac{t_1 + t_2}{2}$ , og herfra forandres Temperaturen lineært til begge Sider, saa den i en Afstand  $x_1$  til højre for Planerne er  $t_2$  og i en lige saa stor Afstand til venstre for Planerne er  $t_1$ . De Molekuler, som gennemfarer Planerne, ville da gennemsnitlig have saadanne Hastigheder, som om de alle var komne fra Afstandene  $x_1$  fra Planerne. Idet  $x_1$  maa være proportional med Middelvejtlængden  $\lambda$ , sættes  $2x_1 = k\lambda$ , hvoraf følger, at

$$\Delta t = k\lambda \frac{dt}{dx},$$

hvor  $\frac{dt}{dx}$  er Temperaturgradienten mellem Pladerne. Er Varmeledningskoefficienten  $\alpha$ , har man  $Q = \alpha \frac{dt}{dx}$  og altsaa

$$\alpha = k\varepsilon p\lambda \quad (\text{Erg}).$$

Hvis Molekulernes Hastighedsudvekslinger ved indbyrdes Sammenstød foregik paa samme Maade for alle Luftarter, maatte  $k$  have den samme Værdi for alle Luftarter. Indsættes heri den fundne Værdi for  $\varepsilon$  samt  $p\lambda$  udtrykt i Gnidningskoefficienten  $\eta$ , faas

$$\alpha = 0,802\eta \frac{1}{M} \frac{\frac{c_p}{c_v} + 1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} k \quad (\text{gr. cal.}). \quad (14)$$

Den sædvanlig anførte Sammenhæng mellem Varmelednings- og Gnidningskoefficienten kan skrives

$$\alpha_1 = \frac{8}{3} 0,802\eta \frac{1}{M} \frac{1}{\frac{c_p}{c_v} - 1} k_1 \quad (\text{gr. cal.}). \quad (15)$$

Fra denne adskiller den nye Formel sig altsaa ved Tilføjelse af Faktoren  $\frac{3}{8} \left(\frac{c_p}{c_v} + 1\right) \frac{k}{k_1}$ , eller Varmeledningskoefficienten skal ventes at afhænge af  $c_p$  og  $c_v$  og ikke af  $c_v$  alene.

Sættes Iltens Varmeledningskoefficient efter Winkelmanns Maaling lig med 0,000551, findes med de tidligere anførte Værdier for  $\frac{c_p}{c_v}$  og med Benyttelse af K. Schmitt's<sup>1</sup> Værdier for  $\eta$ ,  $k = 1,9$  og  $k_1 = 1,7$ .

I efterfølgende Tabel er under  $\frac{\alpha_1}{\alpha_1(\text{Ilt})}$  af Formlen (15) beregnet de relative Varmeledningskoefficienter i Forhold til Ilt; i næste Kolonne findes under  $\frac{\alpha}{\alpha(\text{Ilt})}$  de tilsvarende Værdier beregnede af Formel (14), og i sidste Kolonne findes de tilsvarende iagttagne Værdier. For Helium og Argon er  $\frac{c_p}{c_v}$  sat lig med  $\frac{5}{3}$  ved Beregning af  $\alpha$  og  $\alpha_1$  af Formlerne (14) og (15).

<sup>1</sup> K. Schmitt, Ann. d. Phys. **30**, p. 398, 1909.

	$\frac{x_1}{x_1 \text{ (Ilt)}}$	$\frac{x}{x \text{ (Ilt)}}$	$\frac{x}{x \text{ (Ilt)}}$ iagttaget
Brint . . . . .	6,80	6,83	7,03
Kulsyre . . . . .	0,685	0,657	0,608
Helium . . . . .	4,68	5,20	6,06
Argon . . . . .	0,525	0,584	0,697

Til Beregning af  $\frac{x}{x \text{ (Ilt)}}$  iagttaget er for Ilt, Brint og Kulsyre benyttet de Winkelmannske Værdier. For Helium og Argon er W. Schwarze's<sup>1</sup> Bestemmelser benyttet. W. Schwarze finder for atmosfærisk Luft  $\frac{569}{561}$  Gange saa stor en Varmeledningsevne som Wiedemann, hvorfor Schwarze's Værdier for Helium og Argon er opført i Tabellen formindskede i dette Forhold.

Man ser af Tabellen, at Formel (14) passer bedre med Iagttagelserne end Formel (15), men at der især for Argons og Heliums Vedkommende endnu findes betydelig Uoverensstemmelse, der muligvis har sin Aarsag i Iagttagelsesfejl, men dog tildels kan skyldes, at Udtrykket (14) kun er at betragte som en første Tilmærmelse. Betragter vi imidlertid den Tilmærmelse, som Formel (14) giver, som tilstrækkelig, og sættes  $k = 1,9$ , har man altsaa

$$k = 1,9 \varepsilon p \lambda.$$

Ved almindelige Varmeledningsbestemmelser er Afstanden mellem de to Plader  $A$  og  $B$  mange Gange større end Middelvejtlængden, og man vil derfor ikke begaa nogen stor Fejl ved at se bort fra de særlige Forhold ved Pladerne. Størrelsen  $\Delta' t$  af Temperaturspringet ved hver af Pladerne kan nu beregnes, idet Luftarten antages at have den kendte Accommodationskoefficient  $a$  overfor Pladerne. Med de i det teoretiske Afsnit benyttede Betegnelser har man for de Molekuler, der findes i umiddelbar Nærhed af Pladen  $A$ , at

$$\mathcal{Q}_2^2 = \mathcal{Q}'_2^2 \quad \text{og} \quad \mathcal{Q}_1^2 = \mathcal{Q}^2 + a(\mathcal{Q}'_1^2 - \mathcal{Q}_2^2).$$

<sup>1</sup> W. Schwarze, Ann. d. Phys. **11**, p. 328, 1903.

Erstattes  $\mathcal{Q}^2$  med de dermed proportionale Temperaturer, kan Ligningerne skrives

$$t_2 = t'_2 \quad \text{og} \quad t_1 = t_2 + a(T'_1 - t_2).$$

Her betegner  $T'_1$  Temperaturen af Pladen  $A$ , og idet  $t$  er bestemt af  $\mathcal{Q}^2$  paa samme Maade som  $T'_1$  af  $\mathcal{Q}'^2_1$ , kan man opfatte  $t_2$  som Temperaturen af den Molekulgruppe, der kommer ind mod Pladen  $A$  fra en fuldstændig ru Flade med Temperaturen  $t'_2 = 0,95 \lambda$  fra  $A$ , medens  $t_1$  er Temperaturen af den Molekulgruppe, der forlader Pladen  $A$ . Luftlaget, som grænser op til Pladen  $A$ , har da Temperaturen  $\frac{t_1 + t_2}{2}$ , hvorfor Temperaturspringet bliver

$$\Delta' t = T'_1 - \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{2-a}{2a} (t_1 - t_2).$$

Kaldes den pr. Sec.  $\text{cm}^2$  overførte Varmemængde  $Q$ , har man  $Q = \varepsilon p (t_1 - t_2) = x \frac{dt}{dx}$ , og idet  $x = k \varepsilon p \lambda$ , bliver  $t_1 - t_2 = k \lambda \frac{dt}{dx}$ , følgelig

$$\Delta' t = \frac{2-a}{2a} k \lambda \frac{dt}{dx},$$

hvor  $a$  er Accommodationskoefficienten,  $k = 1,9$ ,  $\lambda$  Middelvejlængden og  $\frac{dt}{dx}$  Temperaturgradienten i Luften mellem Pladerne. Den Vejlængde  $\gamma$ , hvormed Warburg karakteriserer Temperaturspringet, og som er bestemt som den Afstand bag Pladens Overflade, hvor Luftens Temperatur vilde have været lig Pladens, hvis Luftens Temperaturgradient fortsattes uforandret, ses at være  $\gamma = \Delta' t \cdot \frac{dx}{dt}$ , hvorfor vi finder

$$\gamma = \frac{2-a}{2a} k \lambda.$$

For Glas og glat blankt Platin, hvor man for Brint har  $a = 0,26$ , faar vi altsaa

$$\gamma = 6,4 \lambda.$$

For denne Størrelse har v. Smoluchowski<sup>1</sup> fundet 6,96. E. Gehrcke<sup>2</sup> fandt for et Metalrør 5,70, hvilket kan tyde paa,

<sup>1</sup> M. v. Smoluchowski, Ann. d. Phys. **46**, p. 110, 1898.

<sup>2</sup> E. Gehrcke, Ann. d. Phys. **2**, p. 113, 1900.

at Metallet ikke har været ganske glat og blankt. For stærkt platinerede Platinplader, hvor  $a = 0,712$ , faar man  $\gamma = 1,72$ , altsaa mindre end  $\frac{1}{3}$  af den for den glatte, blanke Flade gældende Værdi. For Ilt og Kulsyre, hvor  $a$  for en ret blank Flade er 0,84, faas  $\gamma = 1,31 \lambda$ . For en absolut ru Flade, hvor  $a = 1$ , skal man vente

$$\gamma = \frac{1}{2} k \lambda = 0,95 \lambda.$$

Man ser, at der her kan være Grund til at tage Hensyn til Temperaturspringet, især naar man benytter en tynd Traad til Bestemmelserne (Schleiermachers Metode) eller naar man benytter parallelle Flader med meget ringe Afstand (Stefans Metode, Christiansens Støtte). Er  $\lambda$  lille i Sammenligning med Pladernes Afstand  $b$ , finder man  $x$  af Ligningen

$$Q = x \frac{T'_1 - T'_2}{b + 2\gamma} = x \frac{T'_1 - T'_2}{b + \frac{2-a}{a} k \lambda}.$$

Er Pladernes Afstand f. Eks.  $\frac{1}{10}$  mm., vilde man ved Atmosfæretryk begaa en Fejl paa  $2\frac{1}{2}\%$ , hvis man til en Bestemmelse i Brint benytter blanke og glatte Flader uden at tage Hensyn til Temperaturspringet.

SUR L'EXISTENCE DE VALEURS ARBITRAIRE-  
MENT PETITES DE LA FONCTION  $\zeta(s) = \zeta(\sigma + it)$   
DE RIEMANN POUR  $\sigma > 1$

PAR

HARALD BOHR

Introduction.

La fonction  $\zeta(s) = \zeta(\sigma + it)$  de RIEMANN est définie dans le demi-plan  $\sigma > 1$  par la série absolument convergente

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{1}{n^s}. \quad (1)$$

De (1) on conclut immédiatement l'expression donnée par EULER

$$\frac{1}{\zeta(s)} = \prod_p (1 - p^{-s}), \quad (2)$$

où  $p$  parcourt tous les nombres premiers 2, 3, 5, 7 . . . . , et où le produit infini converge absolument pour  $\sigma > 1$ .

Soit  $\delta$  un nombre positif aussi petit qu'on voudra; l'équation (2) nous donne alors, pour  $\sigma > 1 + \delta$ , l'inégalité suivante

$$\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right| = \left| \prod_p (1 - p^{-s}) \right| \leq \prod_p (1 + p^{-\sigma}) < \prod_p (1 + p^{-(1+\delta)}) = K,$$

où  $K = K(\delta)$  est une constante positive.

Par conséquent, pour chaque  $\delta > 0$ ,  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  est limitée dans le demi-plan  $\sigma > 1 + \delta$ .

Dans un mémoire récent de M. E. LANDAU et de H. BOHR<sup>1</sup>, nous avons démontré que la fonction  $\zeta(s)$  prend, pour chaque

<sup>1</sup> H. BOHR et E. LANDAU: Über das Verhalten von  $\zeta(s)$  und  $\zeta_x(s)$  in der Nähe der Geraden  $\sigma = 1$ . [Nachr. d. Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen, math. phys. Kl., 1910.]

$\delta > 0$ , dans la bande

$$1 - \delta < \sigma < 1 + \delta,$$

toutes les valeurs une seule au plus exceptée; il s'ensuit de là immédiatement que, pour aucun  $\delta > 0$ ,  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  n'est limitée dans le demi-plan  $\sigma > 1 - \delta$ .

Cependant les recherches dans notre mémoire cité dessus ne permettent pas de décider si  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  est limitée ou non dans le demi-plan  $\sigma > 1$ , ou autrement dit, si  $\zeta(s)$  même à droite de la droite  $\sigma = 1$  prend des valeurs absolues arbitrairement petites.

En partant de l'expression (2) je vais démontrer dans cette note que  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  n'est pas limitée dans le demi-plan  $\sigma > 1$ .

La démonstration de ce théorème est essentiellement fondée sur un théorème de KRONECKER sur les approximations diophantiques. En appliquant ce théorème-là au problème analytique en question, on emploie d'une façon assez caractéristique le théorème sur la décomposition unique d'un nombre entier positif en nombres premiers. — La méthode de recherche suivante permet, comme on voit sans peine, un emploi assez étendu aux fonctions qui se trouvent dans la théorie analytique des nombres premiers. Dans un mémoire prochain, je reviendrai sur ces questions d'une manière détaillée.

### § 1.

Dans ce paragraphe je vais démontrer le théorème auxiliaire suivant.

**Théorème auxiliaire:** Soit  $p_n$  le  $n^{\text{ième}}$  nombre premier (c. à d.  $p_1 = 2, p_2 = 3, p_3 = 5, \dots$ ), et soient  $\sigma_1$  un nombre réel  $> 1$ ,  $\varepsilon_1$  un nombre positif aussi petit qu'on voudra, et  $N$  un nombre entier positif aussi

grand qu'on voudra; alors il existe un nombre réel  $t_1 = t_1(\sigma_1, \varepsilon_1, N)$  tel que

$$\left| \prod_{n=1}^{n=N} (1 - p_n^{-(\sigma_1 + it_1)}) \right| > (1 - \varepsilon_1) \prod_{n=1}^{n=N} (1 + p_n^{-\sigma_1}). \quad (3)$$

Démonstration: Soit  $\varepsilon_2$  un nombre tel que  $0 < \varepsilon_2 < 1$  et  $(1 - \varepsilon_2)^N > 1 - \varepsilon_1$ ,

notre théorème auxiliaire sera évidemment démontré, quand nous aurons établi l'existence d'un nombre réel  $t_1$  tel que, pour tous les  $n = 1, 2, 3, \dots, N$ ,

$$|1 - p_n^{-(\sigma_1 + it_1)}| > (1 - \varepsilon_2) (1 + p_n^{-\sigma_1}). \quad (4)$$

Posons

$$- p_n^{-(\sigma_1 + it_1)} = p_n^{-\sigma_1} \cdot e^{i\varphi_n},$$

où

$$\varphi_n = \pi - t_1 \log p_n^* = 2\pi \left( t_1 \left( \frac{-\log p_n}{2\pi} \right) + \frac{1}{2} \right)$$

désigne l'amplitude de  $- p_n^{-(\sigma_1 + it_1)}$ .

Comme  $\Re(z) \leq |z|$ ,

les inégalités (4) seront satisfaites si, pour tous les  $n = 1, 2, \dots, N$ ,  $\Re(1 - p_n^{-(\sigma_1 + it_1)}) = 1 + p_n^{-\sigma_1} \cos \varphi_n > (1 - \varepsilon_2) (1 + p_n^{-\sigma_1})$ , donc, a fortiori, si

$$\cos \varphi_n (1 + p_n^{-\sigma_1}) > (1 - \varepsilon_2) (1 + p_n^{-\sigma_1}),$$

c. à d. si

$$\cos \varphi_n > 1 - \varepsilon_2 \quad (n = 1, 2, \dots, N).$$

Soit maintenant  $\varepsilon_3$  un nombre tel, que  $0 < \varepsilon_3 < \frac{1}{4}$  et

$$\cos(2\pi \varepsilon_3) > 1 - \varepsilon_2;$$

l'existence d'un nombre réel  $t_1$  qui satisfait aux inégalités (4) sera évidemment démontré, quand nous aurons démontré l'existence d'un nombre réel  $t_1$ , qui avec des nombres entiers  $r_1, r_2, \dots, r_N$  satisfait aux inégalités

$$\left. \begin{array}{l} \left| t_1 \left( -\frac{\log p_1}{2\pi} \right) + \frac{1}{2} - r_1 \right| < \varepsilon_3 \\ \left| t_1 \left( -\frac{\log p_2}{2\pi} \right) + \frac{1}{2} - r_2 \right| < \varepsilon_3 \\ \dots \\ \left| t_1 \left( -\frac{\log p_N}{2\pi} \right) + \frac{1}{2} - r_N \right| < \varepsilon_3 \end{array} \right\}. \quad (5)$$



inégalités (5), et notre théorème auxiliaire se trouve ainsi démontré.

§ 2.

Par le théorème établi dans le § 1 nous sommes à même de pouvoir aisément démontrer le théorème suivant.

**Théorème I:** Etant donné le nombre  $\sigma_1 > 1$ , soit  $M = M(\sigma_1)$  la limite supérieure de la fonction  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  sur la droite  $\sigma = \sigma_1$  c. à d. la limite supérieure de

$$\left| \frac{1}{\zeta(\sigma_1 + it)} \right| \quad (-\infty < t < \infty),$$

alors

$$M = \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}).$$

**Démonstration:** De l'expression (2) on conclut que pour tous les  $t$  réels

$$\left| \frac{1}{\zeta(\sigma_1 + it)} \right| = \left| \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 - p_n^{-(\sigma_1 + it)}) \right| \leq \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1})$$

et de là immédiatement

$$M \leq \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}).$$

Aussi l'égalité

$$M = \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1})$$

sera vérifiée, si, quel que soit le nombre positif  $\varepsilon$ , nous démontrons l'existence d'un nombre réel  $t_1$ , pour lequel

$$\left| \frac{1}{\zeta(\sigma_1 + it_1)} \right| > (1 - \varepsilon) \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}). \quad (6)$$

L'existence d'un nombre  $t_1$  qui satisfait à (6) se voit comme suit.

Soit  $\varepsilon_1 > 0$  un nombre tel que

$$(1 - \varepsilon_1)^3 > 1 - \varepsilon,$$

nous déterminons un nombre entier  $N$  tel que

$$\prod_{n=N+1}^{n=\infty} (1 - p_n^{-\sigma_1}) > 1 - \varepsilon_1 \quad (7)$$

et que

$$\prod_{n=N+1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}) < \frac{1}{1 - \varepsilon_1}. \quad (8)$$

De (7) et (8) on conclut pour tous les  $t$  réels, que

$$\begin{aligned} & \left| \prod_{n=N+1}^{n=\infty} (1 - p_n^{-(\sigma_1 + it)}) \right| \\ & \geq \prod_{n=N+1}^{n=\infty} (1 - p_n^{-\sigma_1}) > (1 - \varepsilon_1)^2 \prod_{n=N+1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}). \end{aligned}$$

Maintenant,  $N$  étant fixé, nous déterminons un nombre réel  $t_1$  (ce qui est possible selon le théorème auxiliaire du § 1), tel que

$$\left| \prod_{n=1}^{n=N} (1 - p_n^{-(\sigma_1 + it_1)}) \right| > (1 - \varepsilon_1) \prod_{n=1}^{n=N} (1 + p_n^{-\sigma_1}). \quad (3)$$

Pour ce  $t_1$  nous aurons

$$\begin{aligned} & \left| \frac{1}{\zeta(\sigma_1 + it_1)} \right| = \left| \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 - p_n^{-(\sigma_1 + it_1)}) \right| \\ & = \left| \prod_{n=1}^{n=N} (1 - p_n^{-(\sigma_1 + it_1)}) \right| \cdot \left| \prod_{n=N+1}^{n=\infty} (1 - p_n^{-(\sigma_1 + it_1)}) \right| \\ & > (1 - \varepsilon_1) \prod_{n=1}^{n=N} (1 + p_n^{-\sigma_1}) \cdot (1 - \varepsilon_1)^2 \prod_{n=N+1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}) \\ & = (1 - \varepsilon_1)^3 \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}) > (1 - \varepsilon) \prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}). \end{aligned}$$

Voilà le théorème I démontré.

Après avoir trouvé ci-dessus, pour chaque  $\sigma_1 > 1$ , la limite supérieure  $M = M(\sigma_1)$  de la fonction  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  sur la

droite  $\sigma = \sigma_1$ , nous sommes maintenant facilement à même de démontrer que  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  n'est pas limitée dans le demi-plan  $\sigma > 1$ , c. à d. de démontrer le théorème suivant.

**Théorème II:** Soit  $K$  une constante positive aussi grande qu'on voudra, il existe un nombre  $s_1 = \sigma_1 + it_1$  tel que  $\sigma_1 > 1$  et

$$\left| \frac{1}{\zeta(s_1)} \right| > K.$$

Démonstration:

Le produit  $\prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-1})$

étant divergent, comme on le sait, il existe un nombre  $N$  tel que

$$\prod_{n=1}^{n=N} (1 + p_n^{-1}) > K.$$

Il s'en suit immédiatement par continuité l'existence d'un nombre  $\sigma_1 > 1$  tel que

$$\prod_{n=1}^{n=N} (1 + p_n^{-\sigma_1}) > K,$$

donc a fortiori, tel que

$$\prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1}) > K. \tag{9}$$

Cependant la limite supérieure de  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  sur la droite  $\sigma = \sigma_1$  étant, d'après le théorème I, égale à

$$\prod_{n=1}^{n=\infty} (1 + p_n^{-\sigma_1})$$

on conclut immédiatement de (9) l'existence d'un nombre réel  $t_1$  tel que

$$\left| \frac{1}{\zeta(s_1)} \right| = \left| \frac{1}{\zeta(\sigma_1 + it_1)} \right| > K,$$

et notre théorème se trouve ainsi démontré.

Nous terminons par démontrer le théorème suivant:

**Théorème III:** La fonction  $\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right|$  n'est non plus limitée sur la droite même  $\sigma = 1$ , c. à d. la fonction  $\zeta(1 + it)$ , qui pour toute valeur réelle de  $t$  est différent de 0, prend des valeurs absolues aussi petites qu'on voudra.

**Démonstration:** Supposons que le théorème soit faux; la fonction  $\frac{1}{\zeta(s)}$  serait régulière et limitée sur toute la frontière du domaine

$$1 \leq \sigma \leq 2, \quad -\infty < t < \infty. \quad (10)$$

Or, nous savons que la fonction  $\frac{1}{\zeta(s)}$  est régulière dans l'intérieur du domaine (10) et qu'il existe dans ce même domaine une inégalité de la forme

$$\left| \frac{1}{\zeta(s)} \right| < K_1 + |t|^{K_2},$$

où  $K_1$  et  $K_2$  sont des constantes positives.

Cela posé, un théorème important de M. M. PHRAGMÉN-LINDELÖF<sup>1</sup> donnerait que la fonction  $\frac{1}{\zeta(s)}$  serait limitée dans tout le domaine (10), par conséquent, dans tout le demi-plan  $\sigma > 1$ , ce qui est en contradiction avec le théorème II. Voilà le théorème III démontré.

<sup>1</sup> Sur une extension d'un principe classique de l'Analyse ... [Acta Mathematica, Bd. XXXI (1908), S. 382].

## EXPERIMENTALUNDERSØGELSER OM GNIDNINGS- ELEKTRICITETENS OPRINDELSE. III

AF

C. CHRISTIANSEN

(MEDDELT I MØDET DEN 24. MARTS 1911)

### § 1. *Faradays Forsøg over Dampelektricitet.*

De ældre Arbejder over Gnidningselektriciteten tog i Reglen kun Hensyn til de faste Legemer; de godtgjorde, at der næsten altid opstaar Elektricitet, naar to saadanne gnides mod hinanden, støde sammen eller blot en kort Tid berøre hinanden. I Slutningen af det attende Aarhundrede paaviste VOLTA, at der i mange Tilfælde opstaar Elektricitet, naar et Metal og en Vædske berøre hinanden, og fra den Tid af har man af og til fremdraget Iagttagelser, der vise, at Stød eller Gnidning mellem faste Legemer og Vædsker, saavel som mellem to Vædsker, kunne virke som Elektricitetskilde.

Den første, der har undersøgt Sagen nøjere, er FARADAY. Hans Udgangspunkt var en Iagttagelse, som en Maskinpasser havde gjort. Der var kommet en Revne i en Dampkjedel; Maskinpasseren var kommen til at holde sin ene Haand i Dampstraalen, som kom ud af Revnen, og fik da, idet han rørte ved Sikkerhedsventilen, et stærkt elektrisk Stød. ARMSTRONG, som er den første, der har beskrevet Fænomenet, og som har konstrueret en Dampelektrisermaskine, gjør opmærksom paa, at der maa være Vanddraaber i Dampstrømmen, for at

Virkningen skal vise sig, og at man helst maa benytte Buxbom eller en lignende haard Træsart til Udstrømningsrør.

Denne nye Elektricitetskilde har FARADAY<sup>1</sup> studeret meget nøje. Han finder ligesom ARMSTRONG, at det er nødvendigt, at den udstrømmende Damp indeholder Vanddraaber, og at Virkningen er størst, naar Udstrømningen ledsages af en raslende Lyd, medens den er ringe, naar Lyden ligner en Fløjtes Tone.

For at faa en god Virkning maa Vandet være destilleret; alt, hvad der gjør Vandet ledende, svækker Virkningen.

Er Udstrømningsrøret af Glas, Metal eller Træ, bliver Kjedlen negativ, Dampen positiv elektrisk. Bedst virkede et Rør af Træ, som var 3 Tommer langt og 2 Linier vidt. Med et Rør af Elfenben fik han slet ingen Virkning. Heraf benyttede FARADAY sig for at undersøge en Dampstraales Indvirkning paa forskellige Legemer. Han lod Dampen strømme ud af Kjedlen gennem et Elfenbensrør og ramme forskellige Legemer. Denne neutrale Straale gjorde, paa en enkelt Undtagelse nær, alle Legemer positive. Ogsaa en Platintraad, der opvarmedes ved Hjælp af et isoleret elektrisk Batteri saaledes, at dens Temperatur aldrig blev lavere end 100° C, viste sig da at være negativ. Det er overhovedet at mærke, at der ved disse Forsøg aldrig fandt nogen Fortætning af Vanddamp Sted paa det Legeme, som undersøgtes.

Imellem Kjedlen og Røret var der anbragt en Kugle af Messing, hvorpaa der var en Hane, igjennem hvilken man kunde bringe forskellige Vædske ind i Kuglen. Nogle faa Draaber Terpentiniolie var tilstrækkelige til at faa Ladningen til at skifte Fortegn; nu blev Kjedlen positiv, Straalen negativ elektrisk. Olivenolie havde en lignende Virkning, om end svagere. FARADAY mente, at Olien bedækkede Vandet med en Hinde. Et Bevis herfor troede han at have i den Omstændighed, at Vand, som var gjort ledende, nu, da det var dækket med Olie, kunde give god elektrisk Virkning.

<sup>1</sup> FARADAY, Phil. Tr. 1843.

Som noget særlig paafaldende nævner FARADAY, at det Elfenbensrør, som tidligere er omtalt, efter i lang Tid at have været anvendt til Forsøg med Olie, Harpix og mange andre Stoffer, tilsidst blev bragt i en saadan Tilstand, at det ikke alene selv var uvirksomt overfor Straalen, men at det endog bevirkede, at den ikke mere kunde elektrisere de Legemer, der holdtes i den.

FARADAY pumpede ogsaa Luft ind i en større Beholder og lod den strømme ud paa lignende Maade som Dampen i de beskrevne Forsøg. Tør Luft gav ingen Virkning; var der Vand i den foran omtalte Messingkugle, kom der en svag Virkning. Var der baade Vand og Terpentiniolie i Kuglen, var Virkningen den samme som ved Forsøgene med Dampstraalen.

Af den Mængde Iagttagelser, som iøvrigt omtales i samme Afhandling, skal fremhæves, at to Stykker Flonel begge kunne blive negative ved Gnidning; Luften maa da antages at blive positiv.

Det samme er efter MELANDER<sup>1</sup> Tilfældet med Paraffin.

WESENDONCK<sup>2</sup> har meddelt nogle Iagttagelser om Elektrisering ved Luftstrømme, som staar i en vis Forbindelse med FARADAYS ovenfor omtalte Forsøg. Han fandt, at tør støvfri Ilt, Kvælstof eller atmosfærisk Luft ikke frembragte nogen Elektricitet ved Gnidning mod faste Legemer. Flydende Kulsyre, som strømmer ud gennem et Rør af Metal, gjør dette positivt elektrisk; kan Kulsyren komme til at rive Vand med sig, er det modsatte Tilfældet.

Det synes herefter, at Dampen kun har Betydning ved at føre Vædskedraaber med sig; den egentlige Aarsag til Elektricitetsfrembringelsen er Draabernes Stød imod de faste Legemer, de træffe paa deres Vej. Her vil det være af afgjørende Betydning, om Draaberne væde disse faste Legemer eller ikke. FARADAY anfører udtrykkelig, at de ikke vædedes af Vandet, og dette er let forstaaeligt, da de af Dampene holdes opvarmede til Vandets Kogepunkt.

<sup>1</sup> MELANDER, Physikalische Zeitschrift, Bd. 8, S. 109.

<sup>2</sup> WESENDONCK, Wied. Ann. Bd. 47, S. 529. 1892.

§ 2. *Elster og Geitels Forsøg over Draabers Stød mod kolde og varme Legemer.*

ELSTER og GEITEL<sup>1</sup> lode en Strøm af Vanddraaber ramme forskellige Legemer, som de isolerede og forbandt med et Kvadrantelektrometer. De fandt, at Legemer, som ikke vædedes af Vandet, bleve negative, de, der vædedes, positive, medens Vanddraaberne selv havde den modsatte Ladning. Særdeles kraftige Virkninger iagttoges med Blade af unge Planter, som udskille en Slags Vox paa deres Overflade og derfor ikke kunne vædes af Vandet. De kunde opnaa en saa høj Spænding, at man kunde trække smaa Gnister af dem.

En Kobberplade, som blev overtrukken med et Lag Vox, som var 1 eller 2 mm tykt, gav en lignende, men noget svagere Virkning; Virkningen taber sig dog hurtigere i dette Tilfælde, idet Voxet tilsidst vædes af Vandet. Endnu svagere var Virkningen af Overtræk af Skællak, Svovl og Fedt.

Lignende Resultater erholdt de ved at lade en Strøm af Draaber ramme en opvarmet Metaloverflade. En Spiral af Kobbertraad forbandtes med et almindeligt Guldbladeelektroskop. Spiralen opvarmedes til Rødgloedhede ved Hjælp af en Bunsenflamme. Fjernes den, medens Spiralen samtidig træffes af en Strøm af Vanddraaber, gjorde Elektroskopet et Udslag, som svarede til henved  $\div 1000$  Volt. Med Draaber af Vinaand var Spændingen omtrent  $\div 1200$ , med Æther  $\div 2200$  Volt.

Virkningen aftager med Temperaturen og bliver Nul, hvorefter Elektroskopet slaar ud med positiv Spænding. For nærmere at undersøge dette, fyldtes et Kobberkar med Linolie, hvis Temperatur maalttes. Draabestrømmen frembragtes ved Hjælp af en Slags Aspirator bestaaende af to Metalrør inden i hinanden, af hvilke det yderste førte en Luftstrøm fra en Beholder med et Tryk af 22 cm Kvægsølv, medens det indre var forbundet med en Vandbeholder. Kobberkarrets Spæn-

<sup>1</sup> ELSTER og GEITEL, Wied. Ann. Bd. 32, S. 74. 1887.

ding maalttes med et Kvadrantelektrometer. Resultatet var følgende:

Temperatur	, Spænding
208° C	Meget stor neg.
199	— 4.6 Volt
187	— 1.2
175	+ 0.9
168	+ 1.7
164	+ 2.2
158	+ 1.9

ELSTER og GEITEL sætte dette Resultat i Forbindelse med LEIDENFROSTS Forsøg. Er Temperaturen bleven saa lav, at Berøring og dermed Fordampning indtræder, bliver Metallet positiv elektrisk. Dette bekræftede de ogsaa ved andre Iagttagelser. En ru Metaloverflade, f. Ex. en Fil, bliver positiv elektrisk ved en højere Temperatur end en blank Overflade. Naar Metallet bliver positivt ved at rammes af store Draaber, kan det endnu blive negativt ved smaa Draaber, som lettere stødes bort og afkjøle Metallet i mindre Grad.

Resultatet af disse Forsøg sammefatte ELSTER og GEITEL saaledes. Saalænge Metallet er under 100° C, kunde de ikke paavise nogen Elektrisering; stiger Temperaturen over 100° C, faas en stigende positiv Elektrisering, som derpaa igen aftager, forsvinder lidt under 180° C, hvorpaa der indtræder en bestandig voxende negativ Elektrisering. Æther forholder sig paa lignende Maade. Med Alkohol lod den positive Elektrisering sig derimod ikke paavise.

Endnu fortjener følgende interessante Experiment at erindres. Et Messingrør 3 cm langt og 1 cm vidt ophededes i Blæseflammen til en meget høj Temperatur. Gjennem det sendtes ved Hjælp af den omtalte Aspirator en Strøm af meget smaa Vanddraaber, som kastedes frem og tilbage inde i Røret og derefter ramte en isoleret Metalplade. Denne fik da saa høj en Spænding, at den gav Gnister af omtrent en Millimeters Længde.

§ 3. *Lenard om Vandfaldslektricitet.*

Det har længe været bekendt, at Luften i Nærheden af et Vandfald er ladet med Elektricitet. LENARD<sup>1</sup> har undersøgt dette Fænomen nøjere. Vandet var indeholdt i en Beholder, der forneden endte i et snevert Rør. Draaberne faldt ned i et Metalkar, som ogsaa indeholdt Vand, der stod til en Højde  $a$ . Ladningen  $Q$ , som Karret modtog i Minuttet, var da i et Tilfælde:

$a =$	0	2	10	20	30	40 cm
$Q =$	99	48	10	5	6	7 Volt

Jo renere Vandet er, desto større er Virkningen.

At Elektriciteten opstaar ved Sammenstødet mellem Draaberne og Vædsken, vistest paa flere Maader. Faldt Vanddraaber paa Vand, var Udslaget i ét Tilfælde  $+ 55$  Volt; faldt de paa en stærk Kogsaltopløsning, var det  $+ 9$  til  $+ 26$ ; faldt endelig Draaber af Kogsaltopløsningen ned i Saltopløsningen, var det  $\div 8.5$  Volt. LENARD fortolker dette Forsøg saaledes. Antage vi, at hver af de stødende Overflader bidrager lige meget til Elektricitetsdannelsen, saa er Vandets Andel  $27.5$ , Kogsaltopløsningens  $\div 4.25$ . Man vilde derefter vente, at Sammenstødet mellem Vand og Kogsaltopløsning skulde give  $+ 23.25$ , og denne Størrelse ligger virkelig saa nær ved det fundne, at vi kunne betragte det som et Bevis for Rigtigheden af den Betragtning, hvorfra LENARD gik ud.

Faldt Vanddraaber paa Plader af forskellige Stoffer, saa var Virkningen den samme, saalænge disse Plader vædedes af Vand. LENARD fandt, at Fyrretræ, Egetræ, Marmor (baade glat og mat), Lim, Kobber, Platin, Zink vædedes fuldkommen af Vandet. Kautschuk, Glas, Læder, Tin, Segllak og Ebonit vædedes mindre godt, men gav dog den samme Virkning som de ovenfor nævnte Stoffer. Helt anderledes var det med Vox, Paraffin og Skællak; Draaberne rullede ned ad dem og

<sup>1</sup> Wied. Ann. Bd. 46, S. 584. 1892.

efterlod dem ganske tørre. Vox og Paraffin bleve svagt positiv elektriske, Skællak stærkt negativ elektrisk.

Ved Sammenstød mellem Draaber og den Vædske, hvoraf de ere dannede, faar efter Omstændighederne Vædsken positiv eller negativ Ladning. Ved Udstrømning af ligestore Rumfang af forskellige Vædsker fandt LENARD følgende relative Værdier for Elektriseringen.

Destilleret Vand	+ 1000	Alkohol I,	91 %	— 39
Kvægsølv	+14300	— II,	91 %	+ 123
Æther	+ 8	Alkohol fortynd.	45 %	+ 183
Svovlkulstof	+ 247	— —	26 %	+ 835
Terpentin	— 1987	Chlornatrium	0.005 %	+ 67
Benzol	— 31	—	0.025 %	— 174
Ammoniakvand conc.	+ 41	—	5 %	— 991
Svovlsyre (10 vol. %)	— 249	—	22.9 %	— 140
Natriumsulfat, 4 %	— 760			

Mærkeligt er det, at to forskellige Prøver af Alkohol af samme Styrke gave Udslag med modsat Tegn.

Endvidere fandt LENARD, at Virkningen for en Del var afhængig af den omgivende Lufts Beskaffenhed. Ved Forsøg med Vand fandt han følgende relative Værdier:

I Atmosfærisk Luft	1
I Gas	0.864
I Brint	0.646

LENARD antager, at de her beskrevne Fænomener kunne forklares ved at antage, at Vandets Overflade indeholder et elektrisk Dobbeltlag, hvis positive Side er i Vandet, den negative i Luften. Støde to Vandmasser mod hinanden, vil en Del af det negative Lag rives løs og føres bort med Luften, som presses bort ved Sammenstødet. Jo voldsommere Stødet er, desto mere negativ Elektricitet frigjøres der, og desto længere føres den bort og hindres derved i at forene sig med den friblevne positive Ladning paa Vandet.

Det synes mig, at man kan gaa et Skridt videre i Anvendelsen af denne Betragtningensmaade. Rammes en Skællakplade af Vanddraaber, bliver den som LENARD har vist, negativ elektrisk. Dette kommer da af, at Draabens Dobbeltlag ved Stødet sønderrives, og den negative Del af det bliver siddende paa Skællaklaget.

Paa samme Maade blive ogsaa de foran anførte Forsøg af ELSTER og GEITEL forstaaelige. Naar Metal, der er over  $180^{\circ}$  C, bliver negativ elektrisk ved at rammes af Draaber, er det altsaa noget af det negative Dobbeltlag, der bliver siddende paa Metallet. Under  $180^{\circ}$  C have vi derimod med Stød af Vand imod Vand at gjøre; begge miste de derved noget af den negative Side af Dobbeltlaget, Vandet og Metallet maa da faa den tilsvarende positive Ladning.

#### § 4. *J. J. Thomson om Draabers Elektricitet.*

J. J. THOMSON<sup>1</sup> har fortsat den af LENARD indledede Undersøgelse over Elektricitetsudvikling ved Stød af Draaber. Hans Fremgangsmaade var i Hovedsagen den samme som LENARDS. Af de nye Resultater, han har fundet, fremhæves følgende.

Det er af største Betydning at vide, om den omgivende Atmosfære har nogen væsentlig Indflydelse paa den frembragte Elektricitets Mængde og Fortegn. LENARD fandt en saadan Indflydelse paa Mængden, men Fortegnet forblev det samme for de af ham undersøgte Luftarter. J. J. THOMSON anstillede Forsøg herover med et særligt dertil konstrueret Apparat, i hvilket Vandet kogtes i flere Timer for at uddrive Luften; ogsaa det Vand, der dannede Draaberne, kogtes med Omhu. Under disse Omstændigheder dannedes ingen paaviselig Elektricitetsmængde ved Stød af Vand mod Vand.

Herefter maa det antages, at den omgivende Atmosfære har den afgjørende Betydning for den Elektricitetskilde, hvorm

<sup>1</sup> J. J. THOMSON, Phil. Mag. (5), T. 27. 1894.

her er Tale. Dette bekræftes yderligere ved Forsøg med forskellige Luftarter. Saaledes fandt han:

	Atm. Luft	Gas	Brint
Vand	+ 230	+ 95	— 25
Methylviolet	— 325	— 330	— 580
Absolut Alkohol	40		— 150

Temperaturen har stor Indflydelse paa Fænomenet. Saaledes erholdtes med Vand:

	25	75	95° C
Udslag	+ 230	+ 300	+ 420

Med en Opløsning af Fuchsin fandt han

	15	70	75	90	95° C
Udslag	— 180	— 260	— 120	+ 20	+ 40

Over Concentrationens Indflydelse har J. J. THOMSON udført en Række Forsøg. Opløsninger af Saltsyre, Svovlsyre, Eddikesyre, Jodbrinte, Oxalsyre og Zinkechlorid forholdt sig væsentlig paa samme Maade som Kogsaltopløsningerne i LENARDS ovenfor omtalte Forsøg. Sættes de her nævnte Stoffer til Vandet, formindskes Udslaget og bliver i mange Tilfælde negativt for ved meget stærke Opløsninger at blive Nul eller positivt. Langt kraftigere, om end i samme Retning, virker Tilsætning af Methylviolet og Fuchsin.

Ganske modsat er Virkningen af Carbolsyre, Fluorescin og Eozin, idet det positive Udslag, som Vandet alene giver, bliver flere Gange større ved Tilsætning af smaa Mængder af disse Stoffer.

Sammenlignedes Vand med andre Opløsningsmidler som Æthylalkohol eller Methylalkohol, fandt han, at Virkningen af Tilsætning af Fuchsin, Methylviolet, Fluorescin og Eozin var ringe i Sammenligning med den enorme Indflydelse, de havde paa Vandet.

### § 5. *Kaehlers og Aselmanns Forsøg.*

Ved de Forsøg, som ere omtalte i det foregaaende, vises, at Vanddraaber blive positive ved at støde mod Vand. Det

maa da antages, at den omgivende Luft faar en tilsvarende negativ Ladning. Det var dog ogsaa muligt, at Luftdelene kunde føre begge Slags Elektricitet med sig, naar blot den negative var til Stede i Overskud. For at faa Rede herpaa har K. KAEHLER<sup>1</sup> udført en Undersøgelse om Beskaffenheden af de ladede Dele, som frembringes ved faldende Draaber. Det viste sig, at den af Vanddraaberne elektriserede Luft var negativ elektrisk, og at den derfor kunde udlade positivt ladede Legemer. Derimod havde den ingen saadan Virkning paa negative Legemer, hvorefter man kan slutte, at den omtalte Luft ingen positive Dele indeholder.

Anderledes var det med en Opløsning af Chlornatrium. Her var Joner af begge Slags tilstede i Luften, som derfor ogsaa kunde udlade ladede Legemer, enten de saa vare positive eller negative.

Dette Spørgsmaal optog E. ASELMANN<sup>2</sup> paany og fandt i det hele KAEHLERS Angivelser rigtige. Særlig Interesse har det at finde Ioners Vandringshastighed under Indflydelse af 1 Volt/cm. Vi have her negative Joner frembragte enten ved Vand eller Chlornatrium. Man kunde vente, at disse to Slags Joner havde samme Vandringshastighed; denne Antagelse modsiges ikke bestemt af Forsøgene, men deres Hastigheder var dog saa variable, at der ikke deraf kan drages sikre Slutninger.

#### § 6. *Lord Kelvins Forsøg over Elektricitetsfrembringelse ved Hjælp af Luftbobler.*

Lord KELVIN<sup>3</sup> opdagede tilfældig, under en Undersøgelse om Luftens Evne til at optage og afgive elektriske Ladninger, at Luft blev elektrisk ved at boble op igjennem Vand. Forsøget er let at anstille. Vandet, hvori Boblingen finder Sted, isoleres og forbindes med et Kvadrantelektrometer; man vil

<sup>1</sup> K. KAEHLER, *Drudes Ann.* Bd. 12, S. 1119. 1903.

<sup>2</sup> E. ASELMANN, *Drudes Ann.* Bd. 19, S. 960. 1906.

<sup>3</sup> LORD KELVIN, MACLEAN og GALT. *Proc. R. S. T.* 57. S. 335. 1895.

da faa et Udslag, som svarer til en Spænding af flere Volt. Som Exempel paa de Resultater, hvortil han kom, anføres følgende. Glasgow Vandværksvand (fra Loch Katrine) fik efter 10 Minutters Bobling en Spænding af 4 Volt. Sattes til 150 cc. Vand 1 Draabe Zinksulfat, blev Spændingen kun 2 Volt. 5 Draaber gjorde Spændingen Nul, mere Zinksulfat gjorde Spændingen negativ. Lignende Forsøg anstilledes med flere Opløsninger og gav i det Hele Virkninger, der vare analoge med de ovenfor nævnte. Ogsaa Kulsyre, Ilt og Gas gjorde Vandet positivt. Brint forholdt sig paa en mærkelig Maade. Toges Brinten fra en Beholder, gav den kun en svag Virkning, men derimod blev Virkningen meget stor, naar Brinten toges direkte fra det Apparat, i hvilket den udvikledes. Den kraftigste Virkning fandtes ved at isolere et Brintudviklingsapparat; de Brintbobler, som stege op igjennem Vædsken, gjorde den meget stærkt elektrisk, samtidig med at Ladningen nu blev negativ. Ved andre lignende Forsøg blev Vædsken først negativ, senere positiv.

Som en Mærkværdighed anfører Lord KELVIN, at det syntes, som om Virkningen først indtraadte henved 1 Minut, efter at Boblingen var begyndt, men at den til Gengæld synes at fortsættes nogen Tid efter dens Ophør.

TOWNSEND<sup>1</sup> har fortsat Lord KELVINS Forsøg over Elektricitetsudvikling ved Bobling. Blandt hans Iagttagelser er især følgende mærkværdigt. Han udviklede Ilt og Brint ved Hjælp af et almindeligt Vandadskillelsesapparat og ledede de nævnte Luftarter ind i en isoleret Beholder, hvis Spænding maales med et Kvadrantelektrometer. De indeholdt da en kjendelig elektrisk Ladning, indtil  $5 \cdot 10^{-3}$  elektrostatiske Enheder i hver Kubikcentimeter. Ladningen forsvandt ikke, selv om man ledede Luften gennem Uld eller lod den boble op gennem Vand.

Udvikledes Luftarterne ved Elektrolyse af fortyndet Svovlsyre, bleve baade Ilten og Brinten positive. En Kaliopløsning

<sup>1</sup> TOWNSEND, Proc. Cambr. Phil. Soc. Vol. 9, B. 244. 1898.

afgav derimod negativt ladede Luftarter, Ilten var stærkt, Brinten svagere ladet. Virkningen voxede stærkt med Strømmens Styrke, men Fortegnet kunde undertiden skifte, uden at det var muligt at angive nogen Aarsag dertil.

### § 7. Kösters Forsøg.

I den ovenfor citerede Afhandling henlede Lord KELVIN Opmærksomheden paa, at der vistnok maatte være en Sammenhæng mellem LENARDS Vandfaldselektricitet og den af ham selv paaviste Elektricitetsfrembringelse ved Hjælp af Luftbobler. Denne Tanke optog KÖSTER<sup>1</sup>. Han undersøgte først Elektricitetsudviklingen ved Elektrolyse og fandt derved, at den Elektricitetsmængde, som førtes bort af Ilt og Brint, var ligesaa stor som den, der blev tilbage i Apparatet, naar dette holdtes isoleret. Ligesom TOWNSEND fandt han det umuligt at faa konstante Resultater ad denne Vei. Dette lod sig gjøre ved Anvendelse af en Brintstrøm, som udvikledes af Zink og Svovlsyre, og som lededes ned i Vand gennem en fin Spids; Rørets Diameter fandt han skulde helst være 0.3 mm. Under søgt paa denne Maade bleve de fleste Vædsker negative. Med Alkohol var Virkningen dog meget uberegnelig. Virkningen forøgedes overmaade meget, naar Luftstrømmen havde optaget smaa Vædskedraaber i sig, inden den strømede ud af Røret. KÖSTER undersøgte nøjere enkelte Opløsningers Forhold. Det rene Vand blev altid stærkt positiv elektrisk; sattes Syrer, Baser eller Salte til Vandet blev det i Reglen negativ elektrisk, men langt svagere. Ladningen naar i Reglen et Maximum, hvorpaa den igjen aftager. Som Exempel anføres følgende Forsøg med en Opløsning af Svovlsyre i Vand.

Svovlsyre	Udslag
0 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	+ 145
0.97 -	— 2.7
41.44 -	— 3.8
100	0

<sup>1</sup> KÖSTER, Wied. Ann. Bd. 69, S. 12. 1899.

Forfatteren gjør gjentagne Gange opmærksom paa, at det er meget vanskeligt at opnaa overensstemmende Resultater. Som et slaaende Exempel derpaa anfører han følgende Iagttagelse. En Opløsning af Kogsalt, som at dømme efter de foregaaende Forsøg skulde have givet Udslaget 5, viste sig at være ganske uvirksom. Aarsagen dertil fandtes at være, at der var kommen et ganske lille Stykke Lak i Glasset, hvori Opløsningen var dannet.

Af de senere Undersøgelser over denne Elektricitetskilde maa særlig fremhæves BROGLIE's<sup>1</sup> Arbejde over Bevægeligheden af de Joner, som dannes, naar Ilt eller Brint bobler op gjennem Vædsker. Han er mest tilbøjelig til at tro, at begge Luftarter virke lige stærkt.

Jeg har her kun dvælet ved de Arbejder, der staa i nærmere Forbindelse med de i det følgende omtalte Fænomener. Af Arbejder af beslægtet Indhold skal jeg henlede Opmærksomheden paa følgende.

R. FISCHER. Über die Electricitätserregung bei dem Hindurchgange von Luftblasen durch Wasser. Wiener Sitzungsberichte, Bd. 111, S. 1013. 1902.

A. BECKER. Über Quecksilberfallelectricität und den Contacteffect zwischen Metallen und Gasen. Ann. der Physik Bd. 29, S. 909. 1909.

Endvidere henvises til en Række Meddelelser af L. BLOCH i Comptes Rendus for de sidste Aar.

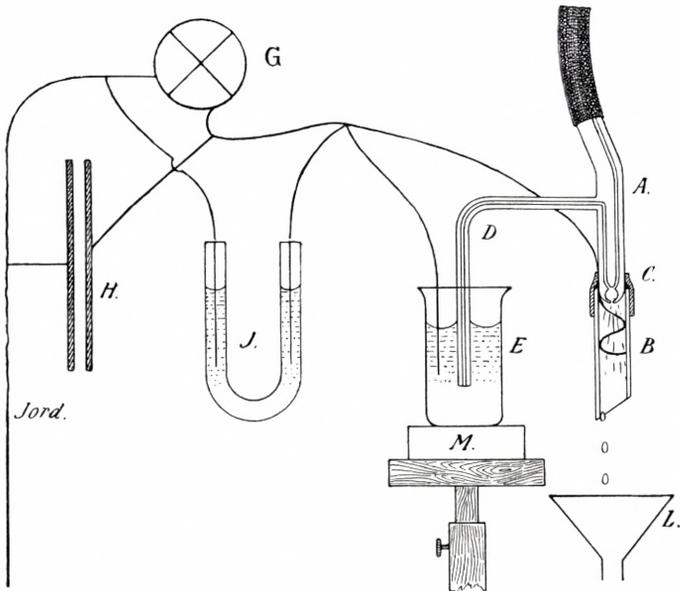
### § 8. *Forsøgsmethoden.*

Paa Grund af den Sammenhæng, der er mellem de Fænomener, der ere beskrevne i det foregaaende, og mine<sup>2</sup> Undersøgelser over Gnidningselektricitetens Oprindelse, ønskede jeg at gjentage de vigtigste Forsøg over Elektricitetsudvikling ved Draaber og Bobler. Dertil benyttede jeg det i omstaaende Figur skematisk fremstillede Apparat.

<sup>1</sup> BROGLIE, Journ. de Physique. T. 9, S. 205. 1910.

<sup>2</sup> C. CHRISTIANSEN, Vid. Selsk. Overs. 1909. S. 581.

*A* er en almindelig Blomstersprøite af Glas; dens nederste Spids gaar ind i Røret *B*, som befæstes til den ved et Kautschukrør *C*. Røret *D* gaar ned i Standglasset *E*, som indeholder den Vædske, der skal undersøges og staar paa Paraffinpladen *M*. Vædsken i *E* saavel som det indre af Røret *B* er ved Platintraade forbunden med Elektrometret *G*, Kondensatoren *H* og et U-bøiet Glasrør *J*, som er fyldt med en Blanding af Nitroglycerin og Alkohol. Det andet Rør *J* og Kondensatoren



satorens ydre Belægning ere forbundne med Jorden. Dette Apparat virker nu paa følgende Maade. Fra en Gaedes Trykpumpe sendes en Luftstrøm ind i *A*; Vædsken suges fra *E* over i *A* og rammer i Form af smaa Draaber Indersiden af Røret *B*, hvor de samles til større Draaber og falde ned i Tragten *L*. Den ved Stødet udviklede Elektricitet strømmer gennem *J* ned i Jorden; dens Spænding aflæses paa sædvanlig Maade ved Hjælp af Elektrometret.

Den Vandmængde, som rives med af Luftstrømmen, afhænger af det Tryk, under hvilket Luften strømmer ud. Er

$t$  den Tid, i hvilken 20 cm<sup>3</sup> strømmer ud under Trykket  $p$ , fandt jeg:

Tab. I.

$p = 10$	20	30	40	50	60	cm. Hg.
$t = 58$	38	33	31.5	30	29.5	sec.

Man ser, at Vandmængden nærmer sig til at blive uafhængig af Trykhøjden.

Borttages Afledningen  $J$ , kan man bestemme den hele Elektricitetsmængde, som udvikles i en given Tid. Saaledes fandt jeg i et Forsøg, hvor Røret  $B$  var af Platin, og Kondensatoren  $H$  havde en Kapacitet paa 2000 elektrostatiske Enheder, at der i hvert Sekund udvikledes en Elektricitetsmængde  $Q$ , samtidig med, at der udstrømmede en Mængde Vand, der var  $A$  gr, hvor  $Q$  og  $A$  havde de i efterfølgende Tabel angivne Værdier.

Tab. II.

Tryk $p$	El. Mgde. $Q$	Vand Mgde. $A$	$\frac{Q}{Ap}$
20 cm	+ 0.26	0.53	0.00245
30	+ 0.42	0.62	0.00224
40	+ 0.62	0.69	0.00226
50	+ 0.80	0.70	0.00228

Den sidste Rubrik viser, at den Mængde Elektricitet, der udvikles i hvert Sekund, er proportional med Produktet af Tryk og Vandmængde.

I et andet Forsøg var Røret  $B$  indvendig beklædt med Paraffin. Det gav følgende Resultater.

Tab. III.

Tryk $p$	El. Mgde. $Q$	Vand Mgde. $A$	$\frac{Q}{Ap}$
20 cm	- 1.60	0.53	- 0.152
30	- 3.64	0.62	- 0.196
40	- 5.44	0.69	- 0.198
50	- 7.27	0.70	- 0.208

Ogsaa her nærmer den udviklede Elektricitetsmængde sig stærkt til at blive proportional med Produktet af Trykket og Vandmængden.

Istedetfor at maale Elektricitetsmængden i absolut Maal har jeg i Reglen nøjedes med at maale Spændingen, som fremkommer, naar U-Røret  $J$  er indskudt imellem Elektrometret og Jorden. Dette Udslag har jeg fundet at være meget nær proportionalt med den i Tidsenheden udviklede Elektricitetsmængde.

Det Udslag, som fremkommer, er uafhængigt af Rørets Vidde; det aftager med Rørlængden, naar denne overstiger en vis Værdi.

Afgjørende for Udslagets Størrelse er det Stof, som Vanddraaberne ramme. Platin, Glas, Ibenholt og Elfenben blive positive. Med Isolation som Vox og Skællak faas oftest negative Udslag; efter længere Tids Forløb bliver Udslaget dog positivt, idet disse Stoffer tilsidst vædes. Paraffin giver meget konstante Udslag med negativ Elektricitet.

### § 9. *Stød af Vand mod Vand.*

Naar Røret, som rammes af Vædskepraaberne, er dannet af Platin, Glas eller Elfenbeen, vil det i Reglen vædes fuldstændig af Vand og vandige Opløsninger. Idet Vædsken altsaa støder mod sig selv, faar Rørets Natur kun ringe Indflydelse. Om Størrelsen af de Elektricitetsmængder, der udvikles, naar man anvender almindeligt destilleret Vand, give Tabellerne i § 8 en Forestilling.

Det viste sig dog strax, at saadant destilleret Vand, som overalt i det følgende er underforstaaet, naar der tales om Vand, ofte gav meget uregelmæssige Resultater, om det end altid blev positivt elektrisk; man vil snart faa et Udslag af 10 mm, snart af 20 eller 30 mm. Saasnaart Apparatet havde henstaaet ubrugt nogle Timer, blev Udslaget meget større end før.

For at faa konstante Resultater maatte Apparatet med Platinrør og Glasset, hvorfra Vandet sugedes ind i Apparatet, renses med Kali og derefter skylles mange Gange med Vand. Er man saaledes bleven i Stand til at faa konstante Resultater, er det ikke vanskeligt at finde Aarsagen til Uregelmæssighederne. Det viste sig da, at alle Legemer, som i længere Tid havde været i Berøring med Luften, paavirkede Vandet meget stærkt. Dette er saaledes Tilfældet med Glas, Agat, Buxbom, Bomuld, Papir, Porcelain, Trærnes Blade, den menneskelige Hud, Uld. Nogle Exempler ville vise dette.

Et Stykke gammelt Linned, som vejede 0,1 gr., henlaa 1 Minut i 30 cm<sup>3</sup> Vand. Derved steg Udslaget fra 19 til 95 mm. Anvendtes istedet for Linned 0.1 g udvasket Filtrerpapir, steg Udslaget fra 19 til 52 mm.

Jeg sammenlignede Virkningen af udvasket Filtrerpapir, hvidt Uldgarn og hvidt Silketøj paa følgende Maade. Af hvert af disse Stoffer afvejedes 1 gr, som lagdes ned i 120 gr Vand i 2 Minutter. Derpaa toges det op af Vandet, og Vandet undersøgtes som sædvanligt og fortyndedes derpaa fire Gange, og dette gjentoges flere Gange. Det fjerde Forsøg foretoges paa samme Maade, kun med den Forskjel, at Silketøjet hele Tiden laa i Vandet.

Tabel IV.

		1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6
1	Papir . . . . .	52	41	31	25	..	..	16
2	Uldgarn . . . . .	45	57	47	30	21	17	14
3	Silke . . . . .	19	52	65	50	34	26	..
4	Silke . . . . .	25	35	57	60	64	75	73

Af den sidste Forsøgsrække med Silke seer man, at dette Stof kan blive ved med at virke paa Vandet i meget lang Tid.

Ved disse Forsøg, som overalt i det følgende, hvor Trykket ikke er udtrykkelig angivet, var det 30 cm Kvægsølv.

Mest slaaende er det maaske at tage et Reagensglas, vadske og skylle det udvendig og derefter røre rundt med det i Vand. Undersøges dette Vand, vil man finde, at det forholder sig paa sædvanlig Maade. Nu tørres Reagensglasset med et Klæde og benyttes lige som før til at røre rundt i Vandet. Undersøges dette Vand, vil det nu give et Udslag, der er to eller tre Gange saa stort som det forrige.

For at faa en Forestilling om den Maade, hvorpaa Lege-merne virkede paa Vandet, anstilledes nogle Forsøg med Filtrerpapir. 5 Glas fyldtes hvert med 150 ccm Vand. Der lavedes 5 Stykker Filtrerpapir, hvis Areal var henholdsvis  $36$ ,  $2 \times 36$ ,  $4 \times 36$ ,  $8 \times 36$ ,  $16 \times 36$  cm<sup>2</sup>. Udslaget maalttes nu, inden Papiret kom i Vandet og efter at det havde ligget 3 Timer i Vandet. Disse Udslag betegnes henholdsvis med *A* og *B*. Resultaterne vare:

Tab. V.

	36	$2 \times 36$	$4 \times 36$	$8 \times 36$	$16 \times 36$ cm <sup>2</sup> Papir
<i>A</i>	14	16	13	18	17 mm
<i>B</i>	31	68	83	56	51 -

Forsøget gentoges nu med den Forandring, at Vandet hældtes fra Papiret efter hver Maaling og erstattedes med nyt Vand. Det anvendte Filtrerpapir var udvasket med Salt-syre og Flusssyre.

Tab. VI.

Forsøgets Varighed	Kvadratcentimeter Papir				
	36	$2 \times 36$	$4 \times 36$	$8 \times 36$	$16 \times 36$
1 Time	24	49	70	72	75
1 —	11	23	26	35	46
1 —	15	18	24	29	40
3 —	18	21	22	26	35
3 —	16	18	23	25	36
42 —	22	30	32	34	46

Man seer, at Papiret efterhaanden mister sin Kraft. Udslagene i det sidste Forsøg ere igjen større, fordi Vandet har optaget virksomt Stof fra Luften.

Man seer, at Udslaget ikke voxer jævnt med Mængden af Papir, som det har været i Berøring med. Dette mærkes især de første Gange, Papiret benyttes. Har Papiret, som det er Tilfældet ved de i Tab. IV meddelte Forsøg, været benyttet flere Gange, træder Forskellen tydeligere frem.

For at forstaa dette ville vi nærmere betragte de i Tab. V meddelte Maalinger. Her er Udslaget størst for 4.36 cm<sup>2</sup>. Heraf maa man slutte, at der er to forskellige Kræfter virksomme ved disse Forsøg. Den ene, som vi ville betegne med *A*, frembringer et positivt Udslag, der vokser med Mængden af Papir; den anden *B* virker i modsat Retning.

For at faa nærmere Oplysning herom lod jeg 150 gr Vand henstaa 2 Døgn over 1 Ark udvasket Filtrerpapir. Derpaa undersøgtes det saaledes dannede „Papirvand“, som betegnes med *P*. Efter at dette var skeet, blandedes det med lige saa meget destilleret Vand; denne Blanding betegnes med  $\frac{1}{2} P$ .  $\frac{1}{2} P$  fortyndedes igjen ved Tilsætning af sit Rumfang destilleret Vand. Derved fremkom de nedenstaaende Udslag. Forsøget gjentoges paa samme Maade og gav overensstemmende Resultater. Derved beholdtes:

Tab. VII.

<i>P</i>	$\frac{1}{2} P$	$\frac{1}{4} P$	$\frac{1}{8} P$	$\frac{1}{16} P$	$\frac{1}{32} P$	Vand
35.5	54	65.5	63.5	53.5	44.5	12 mm

Det er altsaa ikke den stærkeste Opløsning *P*, der giver det største Udslag; dette faas ved at fortynde *P* med sit tredobbelte Rumfang Vand.

Hvad kan det nu være, der er Aarsag hertil? For at faa Svar herpaa lod jeg et Ark udvasket Filtrerpapir henstaa 2 Døgn i en Liter destilleret Vand. Jeg undersøgte nu dels dette Vand selv, dels prøvede jeg Virkningen af til 40 cm<sup>3</sup>

deraf at sætte henholdsvis 1 Draabe af en  $\frac{1}{10}$  *n*-Opløsning af Svovlsyre, Kali og svovlsurt Kali.

Tab. VIII.

	<i>P</i>	$\frac{1}{2} P$	$\frac{1}{4} P$	$\frac{1}{8} P$	$\frac{1}{16} P$	Vand
Papirvand . . . . .	66	66	55.5	45.5	34	12
+ 1 Dr. $\frac{n}{10}$ ( $H_2SO_4$ ) $\frac{1}{2}$	36	52	46.5	38	..	12
+ 1 Dr. $\frac{n}{10}$ <i>KOH</i> . . . .	55	63	57	47	32	12
+ 1 Dr. $\frac{n}{10}$ ( $K_2SO_4$ ) $\frac{1}{2}$	56	59	55	49	39	12

Man ser heraf, at en ringe Mængde (1 Draabe var omtrent  $\frac{1}{30}$  cm<sup>3</sup>) er i Stand til at formindske Udslaget meget betydeligt. Om det har været en Syre, en Base eller et Salt, der har været virksomt i de foran meddelte Forsøg, kan man ikke vide.

For at finde Virkningen af en Draabe svovlsurt Kali paa fortyndet Papirvand lavedes 4 Opløsninger deraf, som først undersøgte hver for sig og dernæst, efter at der til 40 cm<sup>3</sup> af hver af dem var sat 1 Draabe  $\frac{1}{10}$  *n* svovlsurt Kali.

Tab. IX.

	<i>P</i>	$\frac{1}{2} P$	$\frac{1}{4} P$	$\frac{1}{8} P$	Vand
Papirvand . . . . .	63	65.5	56	46.5	21.5
do tilsat $SO_4K_2$ . . . .	43.5	36.5	22.5	17	— 5.5
Differens . . . . .	19.5	29	33.5	29.5	27

Man seer heraf, at destilleret Vand og Papirvand i det væsentlige forholde sig eens over for Saltopløsningen. Dette taler nærmest for, at den positive Elektricitet, som Vand faar ved Sammenstød med Vand, har samme Oprindelse som den, det faar med Papirvand.

For om muligt nærmere at begrunde dette har jeg endnu udført et Par andre Forsøg med Papirvand. Vi har seet, at forskellige Rør, som vædes af Vand, give samme Virkning, og det samme gælder tilnærmelsesvis for Papirvand, som følgende Tabel viser.

Tab. X.

Røret	$P$	$\frac{1}{2} P$	$\frac{1}{4} P$
Platin.....	85	80	65
Elfenben....	70	68	54
Glas.....	84	84	70

Derimod fik jeg et uventet Resultat ved at anvende Boble- metoden, som er omtalt i § 7. Anvendt paa destilleret Vand gav den et Udslag af 5.5 mm, medens Papirvand gav 4.5 til 5.0 mm, hvorimod jeg havde ventet, at Papirvand vilde virke stærkere end destilleret Vand.

Som foran bemærket, bliver Vand i Reglen stærkt positivt, naar det har henstaaet nogen Tid over uopløselige faste Legemer, som have været udsatte i længere Tid for Luftens Paavirkning. Ogsaa ved Henstand med en Mængde Olier eller andre uopløselige Forbindelser eller ved Kogning med Harpix bliver Vand stærkt negativt. De Exempler herpaa, som jeg har bemærket, ere anførte i nedenstaaende Tabel.

Tab. XI.

	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	Vand
Cassiaolie.....	79	77	45	..	...	17
Copaivaolie.....	130	98	33	..	...	16
Lavendelolie.....	165	108	81	53	39.5	17
Terpentinolie....	117	86	54	39	28	16
Harpix.....	148	135	99	69	57	24
Collodium.....	72	79	75	..	24	12
Stearinsyre.....	60	45	35	27	23	12

Under 1 staar det vandige Udtræk; under  $\frac{1}{2}$  det samme fortyndet med et ligesaa stort Rumfang Vand, og saaledes videre.

Det fortjener at bemærkes, at Boblemetoden anvendt paa Terpentinvand gav Udslaget 16 mm, medens Vand gav 9 mm.

Terpentin vandet fyldtes med en Mangfoldighed af smaa Luftbobler, som langsomt forsvandt.

Det var at vente, at Vand vilde blive mere positivt, naar der boblede Luft igjennem det. Saadant Vand betegnes her med  $L$  (Luftvand). Jeg anvendte dertil almindelige Vadskeflasker og fandt ogsaa en kjendelig Virkning i denne Retning. Saaledes gav en meget kraftig Luftstrøm i 5 Timer følgende Resultat:

I	{	$L$	$1/2 L$	$1/4 L$	$1/8 L$	$1/16 L$
		68	32	24	23	21
II	{	$L$	$3/4 L$	$1/2 L$		
		54	37	28		
III	{	$L$	$7/8 L$			
		57	37			

Det er ganske paafaldende, hvor stærkt den første Fortynding i I virker paa Luftvandet, og dette træder endnu tydeligere frem i II og III.

Kogning virkede i Reglen til at gjøre Vandet mere positivt, men Resultaterne vare ret usikre. Idet det kogte Vand betegnes med  $K$ , fandt jeg i et Tilfælde

$K$	$1/2 K$	$1/4 K$	$1/8 K$	Vand
79	48	40	36	24

Ogsaa her er Virkningen af den første Fortynding paafaldende stor.

Jeg kunde ikke med Sikkerhed paavise, at Vandet forandredes ved Destillation. „Papirvand“ forandredes ikke ved Kogning.

#### § 10. *Elektrolyter.*

Vi have i det foregaaende (Tab. VIII) seet, at Tilsætning af Elektrolyter til „Papirvand“ formindsker Udslaget, og at det samme gælder for Vandet selv er sandsynligt efter Tabel IX. Vi skulle nu gaa nærmere ind herpaa.

Først skal jeg meddele nogle Forsøg med fortyndet Svovlsyre i forskellige Rør, som vædes af Vand, nemlig Rør af Glas, Platin og Elfenben. Jeg gik ud fra normal Svovlsyre  $n/1$  og undersøgte derpaa Fortynderne paa sædvanlig Maade.

Tab. XII.

	1	2-1	2-3	2-5	2-9	2-10	2-11	2-12	2-14	2-15	2-16	Tryk
Glas . . . .	- 2.5	-2	-1.7	0	1	1	1	- 0.7	- 1.2	7	15	} 30 cm
Platin . .	- 2.5	-2.2	-1.7	0	0	0	- 1	- 4	- 4	7	16	
Elfenben	- 1.8	-2.5	-1.5	-0.2	1	1.2	0.5	- 0.5	- 1.5	2.5	7.5	
Glas . . . .	- 9	-8	-4	2	2	0	- 3	- 6	- 3	14.5	25	} 60 cm
Platin . .	-12.5	-8.5	-6	-1.5	-4	-9	-13.5	-18	-12	14	27	
Elfenben	- 7	-6	-3	1.5	2.5	1.5	- 1	- 4	- 3	8	16	

Af denne Tabel ses, at Svovlsyre bliver negativ ved Stød imod sig selv. Det negative Udslag bliver mindre eller gaar over til et positivt, naar Koncentrationen er noget som  $1/100 n$ . Ved yderligere Fortynding til  $1/2000 n$  bliver Udslaget igjen negativt for derpaa pludseligt at blive positivt, idet Vædsken nu forholder sig næsten som reent Vand. I Tabellen er anført Resultater af to Forsøgsrækker; ved den ene var Trykket, under hvilket Draaberne dreves ud, 30 cm Kvægsølv, ved det andet 60 cm Kvægsølv. Ved det større Tryk var Udslagene for Syren omtrent 4 Gange saa store som ved det lille; for Vandet derimod snarere det dobbelte.

De vundne Resultater bekræftes yderligere ved de i næste Tabel meddelte Forsøg.

Tab. XIII. Platinrør. Svovlsyre.

Tryk	$\frac{1}{1}$	0.1	0.01	0.001	0.0006	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	Vand
10 cm	- 1	0	0	0	0	- 0.5	0	0	+ 2.5	+ 3.5
20	- 2	- 1	0	+ 1	- 1	- 1.5	- 1	0	+ 9	+15
30	- 4	- 2.5	+0.5	0	- 2	- 3.5	- 3.5	- 2	+15	+24.5
40	- 6	- 4	-0.5	- 3	- 5.5	- 6.5	- 7	- 4	+19.5	+33
50	-14	- 7	- 1	- 8.5	- 8.5	-11	-10	- 5	+22.5	+40
60	-20	-10	- 4	-17.5	-13	-14.5	-13	- 5	+26	+48

For at undersøge Virkningen af forskellige Syrer anstilledes 3 Rækker Forsøg, som ere betegnede med A, B og C i følgende Tabel.

Tab. XIV. Platinrør.

		1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
A	Saltsyre ...	-10	-6.5	-7.5	-7.5	-7	-2	+12	+17
	Salpetersyre	-8	-8	-10	-8.5	-8	-6.5	+13	+15
	Svovlsyre ..	-8	-9	-8	-5	-4.5	-6.5	+11	+17
B	Saltsyre ...	-5.5	-5	-5	-3	-4	-2	+19	+22
	Fosforsyre ..	-4	-4.5	-3	-2.5	-2	+3	+20.5	+21
C	Myresyre ..	-9.5	-10	-6	-0.5	+14	+15.5	+16.5	....
	Citronsyre ..	-8.5	-8.5	-5	+7	+14	+14.5	+15	....
	Fosforsyre ..	-8	-5	-4	0	15.5	15.5	15	....

I Forsøgene A og B var Opløsningen i Rubrik 1 en Normalopløsning, i C derimod  $\frac{1}{10}$  normal.

Disse Forsøg synes at vise, at Syrens Natur er af ringe Indflydelse paa Udslaget.

Over Basernes Virkning har jeg udført de i Tabel XV meddelte Forsøg.

Tabel XV. Platinrør.

		1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
A	Natron ..	-8	-10.5	-8	0	+7.5	+11.5	+14	....
	Kali....	-9.5	-9	-5	+4	+9	+15	+17	....
	Baryt ..	-11.5	-9	-5.5	+3	+10.5	+16	+17	....
B	Ammon	+13	+8.5	+5.5	+6	+6.5	+8.5	+14	+18
	Natron ..	-12	-10	-7.5	-7.5	-8	+0.5	+13.5	+20

For Gruppen A er Opløsningerne i Rubrik 1  $\frac{1}{10}$  normale, for B's Vedkommende er de  $\frac{1}{1}$  normale. Her indtager Ammon aabenbart en særegen Stilling. De tre andre Baser virke paa det nærmeste lige stærkt.

I efterfølgende Tabel findes Resultaterne af Forsøg over 4 Kalisalte. Opløsningerne i Rubrik 1 vare normale.

Tabel XVI. Platinrør.

	1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
Salpetersur Kali	- 5	- 4.5	- 3.5	- 3	- 1	+ 3	+ 12	+ 14.5
Svovlsur Kali . .	- 5	- 3	- 3	- 1	+ 0.5	+ 1	+ 7	+ 13
Kulsur Kali . . . .	- 4.5	- 5	- 5	- 2.5	+ 2.5	+ 2	+ 10	+ 16.5
Eddikesur Kali .	- 4.5	- 4	- 4	- 4	- 2	+ 4.5	+ 12.5	+ 19

Skjøndt de Syreradikaler, der indgaa i disse Salte, have meget forskellige Egenskaber, er deres Virkning væsentlig eens, hvilket jo ogsaa maatte være Tilfældet, hvis Syrerne selv forholde sig eens, som man maa formode efter det foregaaende.

Endelig giver Tabel XVII en Forestilling om forskellige Saltes Virkning.

Tabel XVII. Platinrør.

	1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8
Kalium-Sulfat . .	- 8.5	- 7	- 5.5	+ 1.5	- 2	- 2	+ 5	+ 8	+ 22
Ammon.- — . .	- 6	- 7	- 6	- 5.5	0	- 2	+ 0.5	+ 8	+ 20
Alumin.- — . .	- 8	- 5	- 5.5	- 3.5	0	+ 2.5	+ 13	+ 19.5	+ 21
Magnium- — . .	- 8	- 4.5	- 3	- 2	+ 1	+ 6	+ 12.5	+ 19	+ 22
Zink- — . . . .	- 5.5	- 4	- 3	- 3.5	- 1	+ 4	+ 10	+ 18.5	+ 20
Cadmium- — . .	- 8	- 8	- 7	- 4.5	- 2.5	+ 2.5	+ 7.5	+ 15.5	+ 18.5
Kobber — . . .	- 13	- 14.5	- 12	- 12.5	- 5	+ 1	+ 4	+ 8	+ 17
Nikkel — . . .	- 11	- 10.5	- 9	- 6	- 7	0	+ 11	+ 13	+ 19
Zink-Chlorid . . .	- 7	- 10.5	- 14	- 12.5	- 11.5	- 3.5	+ 9	+ 17	+ 20
Nikkel- — . . .	- 10	- 10	- 11	- 10	- 6.5	+ 3	+ 7.5	+ 16.5	+ 18

Opløsningerne i Rubrik 1 ere alle normale. Resultaterne ere ret uregelmæssige og lade sig ikke sammenfatte i nogen simpel Lov. Sulfaterne af *Al*, *Mg*, *Zn* og *Cd* følges nogenlunde ad. Ligeledes *K* og *Am*. Interessant er det, at Ammonium her forholder sig normalt, medens det i Tabel XV indtog en Særstilling.

Afgivelserne mellem de forskellige Salte kan maaske have deres Grund i Urenheder. Vi have seet (Tab. V og VI), at Filtrepapir har en mærkelig Indvirkning paa Vand, og det samme maatte ventes at være Tilfældet med Saltopløsninger.

For at undersøge dette dannedes 5 Opløsninger af Zinksulfat, den første normal, den anden  $\frac{1}{4}$  normal, den tredje  $\frac{1}{16}$  normal, den fjerde og femte henholdsvis  $\frac{1}{256}$  og  $\frac{1}{4096}$  normal. I 5 Glas hensattes  $120 \text{ cm}^3$  af hver af disse Opløsninger, og i hvert Glas laa et halvt Ark udvasket Filtrepapir i 4 Timer. I Tabel XVIII er under A opført Maalingerne med den oprindelige Opløsning og under I—V Maalingerne med de Opløsninger, hvori Papiret havde ligget.

Tabel XVIII. Platinrør.

	1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
A .....	- 6	- 6	- 6	- 5.5	- 4.5	- 1	+ 8	+ 16
I .....	- 8	- 6.5	- 4	- 2.5	- 1	+ 1	+ 10	+ 20
II .....	...	- 1	- 4.5	- 2.5	+ 1.5	+ 5.5	+ 13	+ 19
III .....	...	...	- 3	+ 3.5	+ 6.5	+ 9	+ 16	+ 21.5
IV .....	...	...	...	...	+ 10	+ 21	+ 23	+ 29
V .....	...	...	...	...	...	...	+ 44	+ 44

Det er tydeligt, at Papiret har forandret Udslagernes Størrelse, ihvertfald for en  $\frac{1}{4} n$  Opløsning og endnu langt mere for de svagere Opløsningers Vedkommende. Jeg har undersøgt fortyndet Svovlsyre paa samme Maade og fundet, at Papiret virkede endnu mere i dette Tilfælde.

Af de her anførte Forsøg over Elektrolyters Forhold mener jeg at kunne drage følgende Slutninger:

1. Alkalierne med Undtagelse af Ammoniak virke lige stærkt. Stærke Opløsninger blive negativt, meget svage positivt elektriske. Opløsninger hvis Concentration er omtrent  $\frac{1}{500} n$ , ere neutrale.

2. Om Syrerne gjælder det samme, men Omslaget fra negativt til positivt Udslag finder Sted i Nærheden af  $\frac{1}{2000} n$ .

3. De fleste Salte virke vistnok ogsaa lige stærkt. Omslaget finder Sted ved noget som  $\frac{1}{1000} n$ . Særegne Uregelmæssigheder iagttoes dog ved Alkaliernes Sulfater (sml. Tab. XIII).

Disse Love ere kun at betragte som en første Tilnærmelse. Om Afvigelserne fra dem ere begrundede i Elektrolyternes forskellige Natur eller i Tilfældigheder, kan man ikke vide.

Det var tænkeligt, at Salte af forskellig Herkomst kunde forholde sig forskelligt.

Hr. Professor E. BILLMANN havde den Godhed at forskaffe mig to Prøver af Soda; den ene var fremstillet af almindelig Handelssoda, den anden af Kryolith. Jeg har sammenlignet Opløsninger af dem begge; der var ingen Forskel at opdage.

Hr. E. GYNTELBERG, Assistent ved kemisk Laboratorium paa polyteknisk Lærestanstalt, rensede Kaliumsulfat ved gjentagen Omkrystallisation; men heller ikke dette bevirkede nogen Forandring af Udslagene.

§ 11. *Elektrolyter støde mod Isolatorer.*

Som det er omtalt i det foregaaende, blive de Stoffer, som ikke vædes af Vand, negative, naar de stødes af Vanddraaber. Anvendes den samme Metode som hidtil paa dette Tilfælde, faaes de i Tabellerne XIX—XXI meddelte Resultater.

Tabel XIX. Voxrør.

	1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
Saltsyre . . .	+ 5.5	+ 7.5	+ 8.5	+ 8	+ 6.5	+ 3.5	- 6.5	- 24.5
Svovlsyre ..	+ 8	+ 9	+ 8	+ 7	+ 6	+ 2.5	- 17	- 40
Fosforsyre..	+ 8.5	+ 8.5	+ 10	+ 9.5	+ 7.5	- 1	- 32	- 36

Opløsningerne under 1 ere normale.

De tre Syrer forholde sig næsten eens. Omslaget finder Sted ved omtrent  $\frac{1}{2000} n$ , ligesom ved Forsøgene med Platinrøret, kun i modsat Retning. Herved bekræftes den S. 216 fremsatte Opfattelse, ifølge hvilken Stød af Vand mod Vand gjør Vandet positivt, medens negative Ioner frigjøres og gaa bort med Luften. Støder Vandet derimod mod en fast Isola-

tor, bliver Vandet stadigvæk positivt, men de frigjorte negative Ioner lade nu Isolatoren negativt. Med Syrer er Forholdet analogt hermed. Vi have seet, at Syrer ligesom Baser og Salte blive negative ved Sammenstød med sig selv og frigjøre positive Ioner. Støder en Syre mod en Isolator, maa denne faa den positive Ladning, medens Syren gaar bort med negativ Elektricitet.

Tabel XX. Begrør.

Nr.		1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8
I	Saltsyre ...	....	+ 27	+ 21	+ 18	+ 15	+ 3	- 15	- 15	- 10
II	Svovlsyre ...	+ 15	+ 15	+ 18	+ 15	+ 10	+ 4	- 6	- 4	- 2
III	Fosforsyre ...	+ 15	+ 20	+ 19	+ 17	+ 14	+ 3	- 2	+ 3	+ 3
IV	Saltsyre ...	+ 7	+ 8	+ 10	+ 14	+ 10	+ 7	0	+ 3	+ 5
V	Fosforsyre ...	+ 9	+ 14	+ 15	+ 13	+ 8.5	+ 2	+ 5	+ 8	+ 10
VI	Svovlsyre ...	+ 5	+ 6	+ 8	+ 9	+ 8	+ 4	+ 3	+ 4	+ 12
VII	Saltsyre ...	+ 3	+ 5	+ 7	+ 7	+ 6	+ 4	+ 2	+ 10	+ 17

Resultaterne i Tabel XX ere interessante derved, at de vise os et Exempel paa en Isolator, der under Forsøget forandrer sin Overflades Natur. Oprindeligt vædes den ikke af Svovlsyre; derfor forløber Forsøg I (med Saltsyre) nogenlunde paa samme Maade som Forsøgene i Tabel XIX; kun de to sidste Maalinger, svarende til  $4^{-7}$  og  $4^{-8}n$ , give et mindre negativt Udslag, end man vilde have ventet. I de følgende Forsøg blive de positive Udslag i det hele mindre, medens de negative efterhaanden gaa over til at blive positive. Vare Forsøgene blevne fortsatte tilstrækkelig længe, er der ingen Tvivl om, at de oprindeligt positive Udslag vare blevne negative, det vil sige, at Isolatoren nu vædes fuldkomment og forholder sig som Glas eller Platin.

Tabel XXI viser, ligesom de foregaaende, at Saltsyre, Svovlsyre og Fosforsyre følges ad; derimod er der sikkert Afvigelser hos Myresyre og Eddikesyre; formodentlig have de en større Evne til at væde Paraffin end de førstnævnte Syrer.

Tabel XXI. Paraffin.

	1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6
Saltsyre . . . .	+ 27	+ 16	+ 14	+ 12	+ 8	+ 1	- 19
Svovlsyre . . .	+ 26	+ 17	+ 14	+ 11	+ 7	+ 2	- 15
Fosforsyre . .	+ 28	+ 16	+ 13	+ 10	+ 6	- 1	- 50
Myresyre . . .	+ 14.5	+ 10	+ 9	+ 8.5	+ 5	- 0.5	- 16
Eddikesyre . .	+ 18	+ 13	+ 5	+ 1	- 5	- 16	- 45
Svovlsyre . .	+ 27	+ 20	+ 18	+ 16	+ 14	+ 8.5	- 5

At stærkt fortyndet Svovlsyre endnu gjør Paraffinet positivt, maa ligge i, at Paraffinet vædes af det.

Forsøgene i Tabel XXII anstilledes for at finde, hvilken Indflydelse Trykkets Størrelse har paa Udslaget.

Tabel XXII. Svovlsyre og Paraffin.

Tryk	1	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
10 cm. . . . .	+ 4	+ 5.5	+ 3.5	+ 2	+ 1	- 0.5	- 4	- 15
20 — . . . . .	+ 9	+ 11	+ 10	+ 8	+ 6.5	+ 4	- 3	- 32
30 — . . . . .	+ 19	+ 21.5	+ 18.5	+ 17	+ 14	+ 11	- 1	- 50
40 — . . . . .	+ 30	+ 31	+ 30	+ 29	+ 23.5	+ 15	- 11	- 65

Man seer, at de positive Udslag, der væsentlig hidrøre fra Syren, voxer forholdsvis stærkere med Trykket end de negative, der væsentlig hidrøre fra Vandet.

Vi have seet, at Vandets Kraft forstærkes ved at henstaa nogen Tid over udvasket Filtrerpapir; man maa derfor formode, at det har en tilsvarende Virkning paa stærkt fortyndet Svovlsyre, og dette er virkelig ogsaa Tilfældet, som Tabel XXIII viser. Ved filtreret Svovlsyre forstaas her  $\frac{1}{100} n$  Svovlsyre der er filtreret gennem 16 Lag Filtrerpapir.

Fortyndingen foretoges med almindeligt destilleret Vand.

Hos de Isolatorer, som ikke vædes af Elektrolyterne, finder dog altid nogen Vedhængning Sted, og dette ses ogsaa ved de her omtalte Forsøg. Naar de rammes af de smaa

Tabel XXIII. Paraffin.

	1	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7
$\frac{1}{100} n$ Svovlsyre ..	+ 25	+ 21.5	+ 16.5	+ 12.5	+ 6	- 6	- 51	- 90
— filtreret ....	+ 5.5	+ 5	+ 3	0	- 6	- 11.5	- 70	- 90

Draaber, sætter der sig paa dem større Draaber, der dog stadig ere i Bevægelse. Tillige vil det, som vi have seet, navnlig i Tabel XX, iagttages, at Overfladen forandrer Natur, saaledes at Udslagets Størrelse forandres.

Et interessant Exempel herpaa afgiver følgende Forsøgsrække.

Tabel XXIV. Voxrør. Svovlsyre.

$\frac{1}{1} n$	$10-1n$	$10-2n$	$10-3n$	$10-4n$
+ 19	+ 11	← 6	- 20	
	+ 16	→ 4	- 17	- 110
+ 9	0	← 15	- 36	
	+ 6	→ 4	- 30	- 120
+ 4	- 5	← 17	- 43	

Pilene angiver den Orden, hvori Forsøgene ere foretagne. Man seer, at Overfladen stadig undergaar Forandring, og at den nærmer sig til at blive ufølsom for Syrens Indvirkning, idet Vandets Virkning træder stedse stærkere frem.

### § 12. Berøring mellem Isolatorer og Elektrolyter.

I en tidligere Afhandling<sup>1</sup> har jeg vist, at de fleste Elektrolyter, men navnlig Syrerne, gjøre Isolatorerne positivt elektriske ved Berøring, medens Vandet gjør dem negativt elektriske. At der er et nært Slægtskab mellem dette Fænomen og den Elektricitetsfrembringelse, jeg har behandlet i det foregaaende, er utvivlsomt. For nøjere at bestemme Karakteren

<sup>1</sup> Oversigterne 1909, S. 581.

af dette Slægtskab har jeg anstillet en Række Forsøg over Syrernes Forhold ved Hjælp af den i den ovenfor citerede Afhandling anvendte Metode. Jeg gik derved ud fra den Hypotese, at Syrer med samme elektriske Ledningsevne virkede lige stærkt, og man vil af det følgende see, at det sandsynligvis forholder sig saaledes.

Først sammenlignede jeg Virkningen af Saltsyre og Salpetersyre paa forskellige Isolatorer. Disse to Syrer have paa det nærmeste samme elektriske Ledningsevne; det var altsaa at vente, at de ogsaa vilde have samme Evne til at danne elektriske Dobbeltlag. Dette blev virkelig bekræftet ved Forsøgene, som det ses af efterfølgende Tabel XXV.

Tabel XXV.

		$10^{-4}n$	$10^{-3}n$	$10^{-2}n$	$10^{-1}n$	$1/1n$
Hvidt Vox . . . . . I	HNO <sub>3</sub>	- 37.5	- 1.0	22.5	4.5	6.5
	HCl	- 37.0	0	24.0	10.0	7.0
	Diff.	- 0.5	- 1.0	- 1.5	- 5.5	- 1.5
Hvidt Vox . . . . . II	HNO <sub>3</sub>	- 36.5	- 15.5	17.5	6.0	5.0
	HCl	- 38.5	- 16.5	25.0	12.0	6.5
	Diff.	2.0	1.0	- 7.5	- 6.0	- 1.5
Skællak . . . . . I	HNO <sub>3</sub>	- 3.0	0	4.0	2.5	3.5
	HCl	- 3.5	0	4.0	3.0	3.5
	Diff.	0.5	0	0	- 0.5	0
Skællak . . . . . II	HNO <sub>3</sub>	- 19.5	9.0	30.5	10.5	14.0
	HCl	- 18.0	10.0	32.5	19.0	15.5
	Diff.	- 1.5	- 1.0	- 2.0	- 8.5	- 1.5
Beg . . . . .	HNO <sub>3</sub>	- 18.5	11.5	33.5	20.0	12.5
	HCl	- 20.5	10.5	42.5	32.0	16.0
	Diff.	2.0	1.0	- 9.0	- 12.0	- 3.5
Paraffin . . . . .	HNO <sub>3</sub>		- 30.5	- 14.0		
	HCl		- 31.0	- 15.0		
	Diff.		0.5	1.0		

Gennemgaaende virke de to Syrer lige stærkt; dog er der en paafaldende Afvigelse mellem de  $10^{-1}$  normale Opløsninger. Som det foran er vist, kan dette hidrøre fra ganske smaa Forureninger.

For at sammenligne Virkningen af Svovlsyre og Saltsyre lavedes 3 Par Opløsninger A, B og C, som to og to havde samme Ledningsevne.

	A	B	C
<i>HCl</i>	0.001	0.01	0.1 <i>n</i>
$\frac{1}{2}$ <i>H</i> <sub>2</sub> <i>S</i> O <sub>4</sub>	0.00105	0.0123	0.162 <i>n</i>

Tabel XXVI.

		A	B	C
Paraffin . . . . .	$\frac{1}{2}$ <i>H</i> <sub>2</sub> <i>S</i> O <sub>4</sub>	— 26.0	— 14.0	— 1.5
	<i>HCl</i>	— 26.0	— 13.0	0
	Diff.	0	— 1	— 1.5
Hvidt Vox . . . . .	$\frac{1}{2}$ <i>H</i> <sub>2</sub> <i>S</i> O <sub>4</sub>	— 50.0	— 20.5	16.0
	<i>HCl</i>	— 54.0	— 14.0	23.0
	Diff.	— 4.0	— 6.5	— 7.0
Plantevox . . . . .	$\frac{1}{2}$ <i>H</i> <sub>2</sub> <i>S</i> O <sub>4</sub>	— 11.0	— 4.5	1.5
	<i>HCl</i>	— 10.0	— 1.5	2.0
	Diff.	— 1	— 3.0	— 0.5
Skællak . . . . .	$\frac{1}{2}$ <i>H</i> <sub>2</sub> <i>S</i> O <sub>4</sub>	4.5	10.0	16.0
	<i>HCl</i>	6.5	13.5	17.0
	Diff.	— 2.0	— 3.5	— 1.0

Til Sammenligning mellem Saltsyre og Fosforsyre benyttedes ligeledes 3 Opløsninger, D, E og F, som parvis havde samme Ledningsevne.

	D	E	F
$\frac{1}{3}$ <i>H</i> <sub>3</sub> <i>P</i> O <sub>4</sub>	0.01	0.1	1.0 <i>n</i>
<i>HCl</i>	0.00277	0.0122	0.0623 <i>n</i>

Tabel XXVII.

		<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
Paraffin . . . . .	$\frac{1}{3} \text{H}_3\text{PO}_4$	— 8.0		17.5
	HCl	— 8.5		16.0
	Diff.	0.5		1.5
Beg . . . . .	$\frac{1}{3} \text{H}_3\text{PO}_4$	12.0		
	HCl	7.0		
	Diff.	5		
Plantevox . . . . .	$\frac{1}{3} \text{H}_3\text{PO}_4$	— 20.0	— 4.5	12.0
	HCl	— 20.0	— 11.5	5.0
	Diff.	0	7.0	7.0
Skællak . . . . .	$\frac{1}{3} \text{H}_3\text{PO}_4$	29.5	32.0	36.5
	HCl	25.0	29.0	34.0
	Diff.	4.5	3.0	2.5

Til Sammenligning mellem Eddikesyre og Saltsyre benyttes ligeledes tre Opløsninger, som parvis havde samme Ledningsevne; de tilvejebragtes paa følgende Maade. Først fremstilledes af Eddikesyre de tre Opløsninger

	G	H	I
$\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$	0.01	0.1	$\frac{1}{1} n.$

Dernæst dannedes ved Hjælp af KOHLRAUSCH'S Apparat til Bestemmelse af Elektrolyters Ledningsevne de tre tilsvarende Opløsninger af Saltsyre. Resultaterne findes i Tabel XXVIII.

Vel viser der sig ret betydelige Uregelmæssigheder ved disse Forsøg, men man kan dog vist slutte af dem, at Ledningsevnen spiller Hovedrollen for Syrernes Vedkommende. Jeg har anstillet lignende Forsøg med Saltopløsninger, men Maalingerne gave saa uregelmæssige Resultater, at jeg ikke mener at kunne drage almindelige Slutninger af dem.

Forat vise Modsætningen mellem Elektrolyter og andre vandige Opløsninger har jeg desuden anstillet nogle Forsøg med Opløsninger af Sukker og Glycerin.

Tabel XXVIII.

		<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>
Hvidt Vox . . . . . I	$C_2O_4H_2$	— 23.5	— 9.0	— 8.5
	HCl	— 22.0	— 6.5	— 7.0
	Diff.	— 1.5	— 2.5	— 1.5
Hvidt Vox . . . . . II	$C_2O_4H_2$			— 7.0
	HCl			— 6.5
	Diff.			— 0.5
Harpix . . . . .	$C_2O_4H_2$		— 7.0	— 5.0
	HCl		— 6.5	— 5.0
	Diff.		— 0.5	0
Skællak . . . . . I	$C_2O_4H_2$	— 13.5	— 9.0	— 8.0
	HCl	— 13.0	— 6.0	— 6.5
	Diff.	— 0.5	— 3.0	— 1.5
Skællak . . . . . II	$C_2O_4H_2$			3.0
	HCl			5.5
	Diff.			— 2.5

Jeg opløste 342 gr Sukker i saameget Vand, at det hele fik et Rumfang af 1 Liter. Denne Opløsning er betegnet med  $\frac{1}{1}$ . Af den dannedes igjen ved Fortynding de andre Opløsninger.

Tabel XXIX.

	Beg	Skællak	Hvidt Voks
Vand . . . . .	— 34	— 13.5	— 78
Rørsukker $10^{-6}$ . . .		— 14	— 73
— $10^{-5}$ . . .	— 34	— 13.5	— 71.5
— $10^{-4}$ . . .		— 15	— 71.5
— $10^{-3}$ . . .	— 33.5	— 16	— 77
— $10^{-2}$ . . .	— 33.5	— 13	— 69.5
— $10^{-1}$ . . .	— 25	— 13	— 67
— $\frac{1}{1}$ . . . . .	— 16.5	— 7	— 34.5

En vandig Opløsning med 92 gr Glycerin i en Liter betegnes ligeledes med  $\frac{1}{1}$ , og af den dannedes saa igjen fortyndede

Opløsninger. Derved erholdtes med et Begrør de i Tab. XXX angivne Resultater.

Tabel XXX.

Concentration	Glycerin	Saltsyre
Vand.....	— 23.5	
10 <sup>-5</sup> .....	— 25.5	— 21.5
10 <sup>-4</sup> .....	— 25.5	— 10
10 <sup>-3</sup> .....	— 24.5	+ 10
10 <sup>-2</sup> .....	— 26	+ 28
10 <sup>-1</sup> .....	— 24.5	+ 23
<sup>1</sup> / <sub>1</sub> .....	— 22	+ 12

Navnlig af den sidste Tabel træder Modsætningen mellem Elektrolyt og Ikkeleder tydelig frem.

§ 13. *Væxelvirkingen mellem Isolatorer og Syrer.*

Jeg har i §§ 11 og 12 meddelt to Rækker af Forsøg, der væsentlig dreje sig om det samme. I § 11 behandlede Virkningen af Vædskedraabers Stød mod Isolatorer, og det viste sig, at denne kun i ringe Grad afhang af Syrens Natur, men at dens Concentration og Isolatorens Natur spillede den største Rolle. Er Syren <sup>1</sup>/<sub>1000</sub> *n* eller stærkere, blive Isolatorerne i Reglen positiv elektriske, er den svagere, blive de negative.

Ved de i § 12 omtalte Forsøg kom jeg til et andet Resultat. Det drejer sig her om Isolatorernes elektriske Ladning, naar de efter i nogen Tid, 20—30 Sekunder, at have været i Berøring med en Syre skilles fra den. Ogsaa her bliver Isolatoren i Reglen positiv elektrisk, naar Syren er <sup>1</sup>/<sub>100</sub> til <sup>1</sup>/<sub>1000</sub> *n*, men det kommer ikke an paa Syrens Koncentration, men paa dens Ledningsevne; Syrer med samme Ledningsevne giver tilnærmelsesvis samme elektriske Virkning.

At der er Forskel paa Virkningen af Stød og Berøring, er i sig selv ikke saa underligt, men det har dog sin Interesse nærmere at paavise Grunden dertil. Det beroer, som man kunde vente, paa en Væxelvirkning mellem Syren og Isolatoren, der tager Tid. Har man altsaa et Rør, der indvendig er

beklædt med en Isolator, og suger Vand op i det, vil Isolatorens vise sig at være negativ elektrisk, naar Vandet igjen synker. Men Ladningens Størrelse retter sig efter Berøringstidens Længde. Det samme er Tilfældet, naar det drejer sig om Syrer. Efter en kortvarig Berøring mellem  $\frac{1}{100} n$  Svovlsyre og Skællak erholdtes et Udslag af + 3, medens en længere Berøringstid, 30 Sekunder, gav Udslaget — 6. Er her end allerede en stor Forskel, saa er den dog sikkert langt mindre end den, der vilde fremkomme, hvis Berøringstiden kunde bringes ned til det korte Tidsrum, som Stødet varer.

Man kan af det, som her er udviklet, forstaa, at der ved Stød og Gnidning viser sig mange ganske uberegnelige Forhold med Hensyn til Elektricitetsfrembringelse. Vi kunne f. Ex. tænke paa en Isolator som Vox, Paraffin eller Seglak. Ved Gnidning med Uld, Bomuld eller Silke maa Isolatorens blive positiv, naar vi, hvad der ligger nærmest, sammenligne denne Gnidning med Stødet mellem en Isolator og Vand. Men indeholde de nævnte Stoffer blot et Spor af en Elektrolyt, vil Isolatorens faa en positiv Ladning. Trykkes de Legemer, som gnides, meer eller mindre haardt mod hinanden, vil dette ogsaa ifølge Tabel XXII kunne forandre Fortegnet for Ladningen.

I Modsætning til de andre Isolatorer bliver Glas i Reglen positivt ved Gnidning med Uld eller Silke. Dette maa snarest sammenlignes med den i § 9 beskrevne Elektricitetsudvikling ved Stød af Vand imod Vand, hvorved det Vandlag, som sidder paa Glasset, bliver positivt elektrisk. Erstattes Vandet her med en Elektrolyt, bliver Glasset negativt elektrisk. Dette stemmer godt overens med en Iagttagelse af HEINTZ<sup>1</sup>. Han fandt, at Glas og de andre Stoffer, der som Bjergkrystal og Kalkspat blive positive ved Gnidning, ville blive negative, naar de inden Gnidningen dyppes ned i en Syre og derefter skylles med Vand og tørres.

<sup>1</sup> HEINTZ. Pogg. Ann. Bd. 59, S. 305. 1843.

## KORT OVERSIGT OVER ISLANDSKE GÅRDNAVNE

AF

FINNUR JÓNSSON.

De islandske gårdnavne — og stednavne overhovedet — er i forhold til de øvrige nordiske landes navne af en forholdsvis ung oprindelse. De er desuden kun at anse som en del af de norske gårdnavne eller som tillæg til disse, eftersom de oprindelige gårdnavne er dannede af Nordmænd. Og de som er yngre end landnamstiden er dannede efter og i lighed med de ældre. Ikke desto mindre er det berettiget at samle og undersøge de islandske stednavne; de kan på flere punkter danne et velkomment supplement til de norske — og de nordiske navne overhovedet.

Nu da stednavneundersøgelser foregår med så stor en iver i det øvrige Norden, er det naturligt at også Island kommer med. Jeg har af naturlige grunde måttet holde mig udelukkende til gårdnavnene, fordi kilderne her i det hele var ret gode og fyldige.

Jeg skal på de følgende blade give en oversigt over dem, idet jeg henviser til min på islandsk skrevne afhandling: Bæjannöfn á Íslandi, trykt i Safn til sögu Íslands IV, hvor en fuldstændig navnefortegnelse findes efter de nedenfor nævnte grupper.

Kilderne er for det første de islandske jordebøger, af trykte især J. JOHNSENS Jarðatal á Íslandi (1847), et overordentligt samvittighedsfuldt og grundigt arbejde hvad alt det statistiske angår (ikke altid fuldt så pålideligt hvad selve navne-

formerne angår), af skrevne ARNE MAGNUSSENS og PÁLL VÍDALÍNS vældige jordebogsværk fra begyndelsen af det 18. årh., opbevaret i Rigsarkivet; men her mangler bægge Mulasysler og Skaftafellssysler, samt Bardestrandssysel; et udkast til fortegnelsen over det sidstes jorder findes dog heldigvis i den Arnamagnæanske samling. Denne jordebog er ikke blot overmåde nøjagtig og grundig med hensyn til beskrivelsen, men også hvad navnene selv angår, idet Arne Magnusson havde et lige så skarpt blik for den filologiske som for alle andre sider af sagen. Andre yngre skrevne jordebøger er ikke benyttede.

Dernæst er hele sagalitteraturen med Landnámabók i spidsen benyttet og alt hvad der er udkommet af *Diplomatarium Islandicum*. Med hensyn til dette sidste skal bemærkes, at det ikke indeholder nogen synderlig berigelse af det stof, der findes i de to andre hovedkilder, men det frembyder ofte de rigtigere former,  $\sigma$ : end dem der findes i yngre kilder, også i Arne Magnussons jordebog (herefter blot betegnet ved AM).

I modsætning til O. Rygh, der i sine Norske gårdnavne går amtsvis og herredsvis til værks, har jeg ordnet hele stoffet i grupper efter navnets betydning og, når det var sammensat, efter det sidste led. Foruden en række af navne samt et par navne af særlig art kan det deles i to hovedafdelinger efter som det sidste led beror på og betegner bebyggelse og hvad dertil hører eller er naturnavne, d. v. s. sådanne ord, der er hættede fra og beror på hvad der forefindes i landets natur. Jeg skal her give en fortegnelse over dem, idet jeg dog først skal nævne de to navne (led), der falder udenfor afdelingerne; det er *land* og *heimr*. Det første betyder 'land' og antyder vistnok et større (fladt?) landområde. Det findes både usammensat (i enkelttal og — oftere — i flertal) og sammensat. I sidste tilfælde udgør det første led — som overhovedet altid i sammensatte navne — enten noget i

naturen (klippe, dal, eng, høj o. s. v.) eller et mandnavn eller et dyrenavn o. s. v.

Det sidste navn *heimr* er mærkeligt. For Norges vedkommende anses det, sammen med *vin*-navnene, at høre til de ældste navnebestanddele. *Vin*-navne kendes ikke fra Island; derimod kendes ikke få *heim*-navne, og da disse er af særlig interesse, anføres de her: *Meðalheimr* (3 gange), *Vindh.* (2 gange), *Blíðh.* (1 g.), *Sólheimar* (11 g.), *Vindheimar* (5 g.) og desuden: *Baldrsheimr* (2 g.), *Gandheimr* og *Manheimar* (1 g. hvert). Det sidste skrives urigtig med *nn*; den nuværende udtale har lang vokal og ét *n*. Disse navne findes rundt omkring og viser utvivlsomt, at ordet var et levende navnegivningselement, da Nordmændene flyttede til Island.

Den første hovedafdeling består af følgende navneled:

<i>bær</i> , gård	<i>veggr</i> , væg
<i>garðr</i> , gård	<i>gafl</i> , <i>gefla</i> , gavl
<i>ból</i> , bol	<i>dyrr</i> , dør
<i>bæli</i> , <i>býli</i> , <i>býla</i> , d. s.	<i>stafn</i> , stavn
<i>bú</i> , bo	<i>topt</i> , tomt
<i>búð</i> , bod	<i>rúst</i> , ruin
<i>staðir</i> , gård	<i>trøð</i> } sti mellem to vægge
<i>staðr</i> , sted	<i>geil</i> } (gærder)
<i>stöð</i> , sted, station	<i>gerði</i> , indhegning
<i>stæði</i> , <i>staða</i> , grund	<i>tún</i> , tun
<i>salr</i> , sal	<i>vøllr</i> , jævn del af tunet
<i>høll</i> , hal	<i>akr</i> , <i>ekra</i> , ager
<i>hlaða</i> , lade	<i>fjós</i> , kostald
<i>þorp</i> , landsby	<i>báss</i> , bås
<i>hús</i> , hus	<i>stekkr</i> } lammefold
<i>kot</i> , hytte	<i>grind</i> }
<i>stofa</i> , stue	<i>stöðull</i> , ko-fold
<i>skáli</i> , skåle	<i>kví</i> , fold
<i>kofi</i> , hytte	<i>rétt</i> , heste-fold
<i>skemma</i> , forrådshus	<i>sel</i> , sæter.

*Bær*-navnenes første led hentyder til beliggenheden (å, brink, dal o. s. v.), gensidig beliggenhed (øster-, vester-; øvre-, nedre- o. s. v.), udseende og egenskaber (fagre-, hvide-; store-, lille-, mindre-), alder (gamle-, nye-), mænd og kvinder (særlig at mærke er et par gårdnavne efter norske herreders indbyggere: *Gaulverjabær*, *Ossabær* 2 g.) o. s. v. Da denne beskrivelse af forleddet gentager sig atter og atter, vil jeg i det følgende kun lejlighedsvis berøre dette forhold.

*garðr* betyder egentlig 'gærde'; her findes da også forled, der antyder hensigten med 'gærdet' (eng-, tun-, vand-, mærke-); men iøvrigt betegner ordet 'indhegnet beboelse'.

*bú* findes — mærkeligt nok — yderst sjældent.

*búð* betegner egentligt kun 'midlertidigt opholdssted', f. eks. og især for fiskere, købmænd og lign., men er aldrig egl. blevet brugt om 'gårde'.

Nærmere må der dvæles ved ordet *staðir*, der må adskilles fra singul. *staðr*. Dette ord hører til de aller hyppigste navneled på Island, og således har det været lige fra landnamstiden af. Rygh har udtalt, at som sådant var navnet ikke ret meget ældre end vikingetiden. Det findes altid og kun i pluralis (om tilsyneladende undtagelser se nedenfor); grunden hertil har man ikke med sikkerhed påvist; det kunde mulig bero på de enkelte huses (beboelseshuses, kvægstaldes, laders) spredthed indenfor bebyggelsesområdet. Det første led er, som man længst har set, gennemgående et personnavn (mandsnavn, kvindenavn, tilnavn), men der findes også endel navne, hvor der findes forskellige andre — undertiden ganske vist lidt dunkle — forled; det vigtigste af disse er *hof* (12 g.). Det første leds personnavne giver os mange interessante oplysninger (sjældne navne, enkelte keltiske navne; fællesnavne brugte som tilnavne m. m.; yngre navne som *Jón*, *Stefán* findes yderst sjældent), i det hele ikke så lidt leksikalsk stof af betydning. — Hvad der særlig kan bemærkes er, at i enkelte tilfælde har man været tilbøjelig til at for-

korte navnet (*Auðkúlastaðir* til *Auðkúla*, *Beigaldastaðir* til *Beigaldi*, *Dunkaðarstaðir* til *Dunkr*, *Strjúgsstaðir* til *Strjúgr*, *Ingvararstaðir* til *Ingvarir*, således i plur.); en mærkelig forkortelse af *staðir* til *stir* synes (i AM) at foreligge i *Draflastir*, *Guðrúnastir*, *Krýgnastir*, alle i en og samme egn; der er næppe tale om en grafisk forkortelse, men udtaleformer, som ganske vist senere er forsvundne.

Den ovenfor nævnte undtagelse, hvor *staðr*, singul., findes, forholder det sig således med. Det findes — og er tildels nu almindeligst — i *Grenjaðarstaðr*, *Hallormsstaðr*, *Valhjófsstaðr*, *Klyppstaðr*, *Skorrastaðr*, *Þóroddsstaðr*, *Kolfreyjustaðr* — alle hørende til det nordøstlige land. At mærke er, at de alle er „præstegårde“. Nu er — se nedenfor — *staðr* et gammelt navn netop på ‘en gård, hvor der er en kirke’; da nu det ældre — i gode kilder afhjemlede — navn i alle disse tilfælde netop var *-staðir*, er der næppe tvivl om, at disse navne på *staðr* er forkortede af *Grenjaðarstaða-staðr*, kirken, „præstesædet“, på *Grenjaðarstaðir* o. s. v., idet leddet *-staða-* blev sløffet.

*Staðr*, i sing., betyder som antydnet „kirke“, „sted hvor der er en kirke“. Usammensat findes det nogle gange, men da udtrykket alene ikke var tydeligt nok, tilføjede man i reglen navnet på egnen, „*Staðr í Grindavík*, *í Súgandafirði*, *á Reykjanesi*“ o. s. v. Tydeligheden opnåedes også ved en art sammentrækning, idet f. eks. „S. á mel“ blev til „*Melstaðr*“, „S. at Kálfafelli“ blev „*Kálfafellsstaðr*“, ja et „S. [á Ölduhrygg]“ blev sammensat med sig selv: „*Staða(r)-staðr*“, hvor det første *Staðr* altså er blevet egennavn. Desuden findes *staðr* som sammensætningsled i *Bólstaðr* (egl. „sted hvor der er *ból*“).

*salr* findes ikke hyppig, især i *Uppsálin* (omtr. 16 gange). Alle vegne har det vist samme betydning: ‘højt liggende sale (bolig)’. Næppe er ordet opkaldelsesnavn efter det svenske *Upsala*.

*hús* findes ofte, men oprindelig ikke som navn på gårde,

men om et enkelt hus og da af tømmer, især ved søen, hvor der fandtes 'boder'. I plur. findes ordet brugt om gårdlignende bebyggelser på landet (opstået måske snarest hvor der tidligere har været fårehuse el. lign.).

*kot*, hytte, findes ualmindelig ofte, men næppe før end i Islands middelalder. Et *kot* synes hyppigst opstået ved en udstykning af en gård, eller derved, at et stykke af tunet (med en lille bygning) blev overladt til et (forhenværende) tyende, som så førte en selvstændig husholdning med f. eks. én ko og nogle få får; det var etslags husmandspladser; de blev stadig flere eftersom landet gik tilbage i velstand og bønderbefolkningen i dygtighed. De findes allevegne i landet. Det første led er meget ofte mands- eller kvindenavn, og hyppig et kortnavn, hvad der også viser den sene oprindelse. Ofte har samme *kot* flere navne (op imod 5), som det suksessivt har fået. Undertiden finder man, at *-stadir* er blevet afløst af *-kot*, hvilket utvivlsomt også bevidner den nævnte tilbagegang.

Om *stofa*, *skáli*, *kofi*, *skemma* (egl. 'opbevaringshus' for forskelligt) gælder noget lignende som for *hús*.

*veggr* og *stafn* betyder vistnok 'siden' og 'enden' af et lavt fjæld; måske også *gaff* — men findes sjælden.

*gerði* betyder 'indhegnet stykke land, som er fladt'; af sådanne er der overmåde mange; oprindelig har det været indhegninger for kreaturer (deraf flere navne) eller for dyrkning af kornarter (jfr. *Akrgerði*). Her opførtes vist småbygninger for dem, der skulde passe dyrene o. s. v., og det hele blev så meget ofte til små selvstændige 'gårde' (husmandspladser, i lighed med *kot*'ene). Navnene har en stor kulturhistorisk betydning. Forleddet er enten navnene på de gårde, hvortil de hørte, eller ord betegnende beliggenheden, størrelsen, alderen, hensigten med dem, eller endelig personnavne m. m.

*tún* findes ikke sjælden. Ordet betyder 'den indhegnede mark, der på alle sider omgiver gården(s huse), som gødes

og hvoraf det bedste græs (hø) fås'. Her findes *Sigtún*, vistnok opkaldelsesnavn (efter det berømte svenske sted).

*vøllr*, der egentlig betyder mark eller slette, betegner særlig en del af tunet, der, i modsætning til dets ujævne, mere eller mindre tuede del, er jævn og derfor let at slå. I plur. bruges ordet derimod om en flad, udstrakt slette i det hele, der ikke er eller behøver at være dyrket.

Om *báss* og alle de følgende navne gælder det samme, at der af således opkaldte steder er opstået små gårde. Særlig hyppig er dette, naturligt nok, sket ved *sel*, sætrene. Istedendfor blot sommeropholdssteder blev de bestandige boliger, mere eller mindre selvstændige gårde. En mængde af deres navne er dannede af den gård, hvortil de hørte.

Endelig findes *naust*, skibskur, som stedsnavn, samt *partr*, del, betegnende en udstykning af en gård; disse sidste navne er temlig unge.

Den anden hovedafdeling falder i flere grupper.

1, hvor ordet (det sidste led) betegner 'slette' i almindelighed af enhver som helst art:

<i>slétta</i> , slette	} af lign. bet.
<i>flöt</i> , <i>flotr</i> , flade, slette	
<i>grund</i> , græsslette (hård, tör)	
<i>bali</i> , (lignende bet.)	<i>eyrr</i> , ør (sandbanke)
<i>skeið</i> , løbebane	<i>tunga</i> , strimmel mellem elve
<i>teigr</i> , flad strimmel	<i>tangi</i> , tange
<i>fit</i> , eng (fugtig) langs vand	<i>oddi</i> , omtr. = <i>tunga</i>
<i>engi</i> , eng	<i>eið</i> , istme
<i>hagi</i> , græsgang	<i>rif</i> , sandrev
<i>þúfa</i> , <i>þýfi</i> , tue(t flade)	<i>grandi</i> , af lign. bet.
<i>torfa</i> , jord	<i>rimi</i> , strimmel
<i>hnauss</i> , græstörvstykke	<i>rani</i> , egl. noget langstrakt (snude).
<i>mýrr</i> , mose	<i>sandr</i> , sand
<i>saurr</i> , sumpet land	

<i>jörfi</i> , grusbanke	<i>nes</i> , næs
<i>melr</i> , sandslette	<i>skagi</i> , skage
<i>mór</i> , <i>mói</i> , lynchbevokset tuet land	<i>bakki</i> , bred (ved elv, sø) <i>strönd</i> , strand
<i>flag</i> , land uden grönsvær	<i>jaðarr</i> , kant (rand).

I de fleste tilfælde er navnene ikke synderlig talrige, dog er *grund*, usammensat, meget hyppigt. *Hagi*-navnene er særlig knyttede til flade græsrigge egne (især på sydlandet). *Mýrr*- og *eyrr*-navnene er ret talrige, hvad man jo kunde vente. Det samme gælder *tunga*- og *nes*-navnene.

2, hvor ordet betegner 'vand' (å, elv, bæk, sø o. s. v.):

<i>á</i> , elv	<i>tjörn</i> , mindre sø, dam
<i>lækr</i> , bæk	<i>lón</i> , vandsamling ved søen
<i>fljót</i> , bred (vandrig) elv	<i>pollr</i> , lille bugt
<i>straumur</i> , strøm	<i>hóp</i> , nor
<i>hylr</i> , fordybning i en elv (især under en fos).	<i>kelda</i> , kilde, vandrende
<i>foss</i> , foss (vandfald).	<i>brunnr</i> , brönd
<i>óss</i> , munding	<i>iða</i> , hvirvelström
<i>bugr</i> , böjning	<i>depill</i> , vandpyt (?)
<i>bót</i> , bugtning	<i>fjörðr</i> , fjord
<i>mót</i> , møde (flyden sammen)	<i>vík</i> , vig
<i>brú</i> , bro	<i>vágr</i> , bugt
<i>ferja</i> , færge	<i>sund</i> , <i>syndi</i> , sund
<i>vað</i> , vadested	<i>ögr</i> , lille vig
<i>vaðall</i> , grunde	<i>höfn</i> , havn
<i>leira</i> , lerbund	<i>ey</i> , ø
<i>vatn</i> , vand	<i>holmr</i> , holm
	<i>sker</i> , skær.

Flere af disse er meget hyppige som *á*, *lækr*, *vatn*, *fjörðr* (på østlandet findes dette navn alene, selvom fjorden bærer et sammensat navn), *vík*, *ey*. *Kelda* betyder oprindeligt 'kildevæld', og den betydning spores i de ældste navne, men senere

har det fået en pejorativ betydning, den nu til dags almindelige: 'rende midt i en mose uden fast bund' (hvor man synker i) og egentlig uden rindende vand (mudder-rende). De 3 sidste navne er et slags appendix til gruppen. Gårdene, der er opkaldte efter dem, står ofte på land, i nærheden af den udfor liggende holm. Hvor der er tale om gårde på selve øen, hed det egl. 'på .. ø'; og da var der i reglen kun tale om én enkelt gård. Hvor der derimod var flere gårde på en (større) ø, findes dennes navn ikke som gårdnavn.

3, hvor ordet betyder 'fordybning' i jorden af hvilken som helst art:

<i>dalr</i> , dal	<i>síða</i> , side (ved elv)
<i>dæli</i> , fordybning	<i>barmr</i> , 'barm'
<i>lág</i> , lang fordybning	<i>bringa</i> , 'bringe'
<i>skál</i> , 'skål'	<i>þrømr</i> , kant, rand
<i>hvilft</i> , rundagtig fordybning	<i>gil</i> , kløft
<i>kjós</i> , lign. bet.	<i>gljúfr</i> , snæver klippe-kløft
<i>grøf</i> , grav (jordfald)	<i>klupt</i> , lign. bet.
<i>botn</i> , dalbund	<i>gjá</i> , revne (i jorden)
<i>hvammr</i> , lille dal	<i>gjóta</i> , hul (i jorden).

*Dalr* er særdeles hyppigt, især som sidste led i sammensætninger; forleddet kan betegne meget forskelligt, beliggenhed (i forhold til noget andet), eller noget særlig karakteristisk, elven (der løber gennem den), efter udstrækning, udseende, plantevækst og personer m. m. — *Dæli*, den egentlige form er *dæl* (gen. -ar), men *dæli* er dativform, der er trængt ind i nom. — *Hvammr* betyder egl. rundagtig fordybning især i skrånninger på elvenes sider, eller en meget lille (kort) dal (mellem lave fjælde). De er altid græsbevoksede og frodige og skønne af udseende. *Síða*, *barmr* og *bringa* betegner skrånninger ved elve eller lave fjældsider.

4, hvor ordet betyder 'højde, forhøjning' af enhver art, klippe, sten o. s. v.:

<i>brekka</i> , skråning	<i>egg</i> , skarp rand
<i>hlíð</i> , fjældside	<i>ups</i> } fjældafsats
<i>barð</i> , noget lign.	<i>hjalli</i> }
<i>hóll</i> , <i>hváll</i> , høj	<i>heiðr</i> , lavt fjæld
<i>haugr</i> , høj (dyngje)	<i>berg</i> , <i>bjarg</i> , klippe
<i>hraukr</i> , opstablet høj	<i>hamarr</i> , <i>hemra</i> , klippe
<i>leiti</i> , høj	<i>steinn</i> , sten
<i>kleif</i> } klippe (til at bestige)	<i>klettr</i> , klippe
<i>klif</i> }	<i>grjót</i> , <i>grýta</i> } stenet land
<i>steig</i> , bakke	<i>grýti</i> }
<i>borg</i> , rundagtig klippe	<i>hella</i> , flad sten
<i>fell</i> , <i>fjall</i> , fjæld	<i>kløpp</i> , flad sten (ved sø)
<i>áss</i> , fjælddryg (lav)	<i>stapi</i> , fritstående klippe
<i>múli</i> , fjældende	<i>drangr</i> , omtr. det samme
<i>höfði</i> , forbjerg	<i>gjögr</i> , klippeparti ved søn
<i>núpr</i> , <i>núpr</i> } fjældtinde	<i>skriða</i> , fjældskred
<i>hnjúkr</i> }	<i>skarð</i> , fjældpas
<i>tindr</i> }	<i>hraun</i> , lava
<i>strýta</i> , kegle	<i>hellir</i> , klippehule
<i>kambr</i> , kam(formet fjæld)	<i>skúti</i> , noget lign.
<i>brún</i> , kant, rand	

Det forstår sig, at flere af disse ord er overordenlig hyppige, som *brekka*, *fell*, *hóll* o. s. v. Forleddet er i reglen det samme som ellers. Det gamle *hváll* er som oftest gået over til *hóll*; dog findes det endnu (i formen *hvoll*) nogle gange især på sydlandet. Blandt *borg*-navnene findes enkelte, der intet har med en naturlig 'borg' at gøre, men er opkaldelsesnavne eller dannede efter fremmede navne, det er da heller ikke egenlige gårdnavne (*Pétursborg*, *Knopsborg*, *Flensborg*, *Hamborg*). *Fell*: *fjall*, *berg*: *bjarg* er temlig hyppige, det første dog hyppigst. Usammensat findes kun *fell* i sing., men *fjöll* i plur., og det samme gælder *berg*, *bjarg* overhovedet; derimod kan *fell* ubrudt forekomme i plur., men dog næppe

som *gård*-navn (derimod som navn på en egn; jfr. *Ás í Fellum*).

5, hvor ordet betegner 'skov', plantevækst:

<i>holt</i>	} skov	<i>björk</i> , birk
<i>skógr</i>		<i>lyng</i> , lyng
<i>mørk</i>		<i>reynir</i> , rön
<i>lundr</i> , lund		<i>víðir</i> , pil.
<i>hrís</i> , krat		

Det første, *holt*, betegner vel egl. et sted (höjereiggende), hvor der har vokset skov; nu bruges det altid om stenfyldte og lidet frugtbare bakkedrag især imellem moser. Ordet burde derefter egentlig være henført til foregående gruppe. Det findes overmåde hyppig, især i 2 af de sydlandske sysler (Rangárvala- og Árnæssysel). *Skógr* findes ikke sjældent, men nu er den oprindelige skov vist allevegne helt ødelagt. De øvrige navne findes meget sjældent.

6, hvor ordet står i forbindelse med landets vulkanske natur, især varme kilder:

<i>laug</i> , varm kilde	<i>reykr</i> , røg.
--------------------------	---------------------

Det sidste findes kun i plur., *reykir*, betegnende den omfangsrige røgsøjle fra én kilde eller røgsøjler fra flere tæt ved hinanden liggende.

7, hvor ordet betegner en del af menneskets eller dyrets legeme (beslægtede med disse er de anførte *múli*, *rani*, jfr. *hofði* af *hofuð*), idet da noget i naturen sammenlignes med denne del: når f. eks. en gård hedder *Óxl*, skulder, er det fordi den ligger under et fremspringende parti oppe i et fjælds yderside, der mindede om den menneskelige skulder. De herhenhørende navneled er:

<i>hofuð</i> , hoved		<i>kinn</i> , kind
<i>hauss</i> , hjærneskal		<i>hals</i> , hals
<i>enni</i> , pande		<i>svítri</i> , nakke

<i>þæl</i> , skulder	<i>rófa</i>	} hale (på forskellige dyr)
<i>hrygg</i> , ryg	<i>tagl</i>	
<i>bak</i> , <i>bakr</i> , bag (ryg)	<i>hali</i>	
<i>fótr</i> , fod	<i>sporðr</i>	
<i>hæll</i> , hæl	<i>rass</i> , bagdel	
	<i>skinn</i> , skind.	

*enni*, *kinn* bruges om fjældside, *hals* om en lav bjærgryg; *skinn*, betegner vistnok, at 'jorden' ligner en udspilet hud; *bakr* betegner et foroven fladt fjæld; *bak* bruges for at betegne en beliggenhed bagved noget (*hólabak* 'bagved højene').

Hertil kommer endnu nogle tildels beslægtede navneled som:

<i>endi</i> , ende	<i>viki</i> , (lign. bet.)
<i>krókr</i> , krog, bugtning	<i>horn</i> , (flertydigt)
<i>lykkja</i> , løkke	samt <i>gata</i> , sti, og <i>vegr</i> , vej.

Endelig er der ikke få enkeltnavne og sammensatte navne, som ikke — eller kun i enkelte tilfælde — kan henføres til nogen af de anførte grupper. Deriblandt er nogle, der egl. er part. act. på *-andi*, som f. eks. *þjótandi*, 'susende', efter en foss; fremdeles nogle, der ender på *-leysa*, der betegner mangel på det som forleddet angiver (*Vatsleysa* = Vandmangel), nogle spottende navne (som *Bakrangr*, 'Bagvrang', *Horngrýti*. Helvede, jfr. *Víti*, bægge i samme egn, *Vidbjóðr*, Vederstyggelighed o. s. v.) — samt endelig nogle opkaldelsesnavne (af ret ung dato, som *Amstrdammr*, *Danzíg*, *Gottorp*, *Bethanía*, *Paráðís* o. s. v.). Flere af disse er forkortelser af længere navne (på *-staðir*, *Dunkr* af *Dunkaðar-staðir* o. s. v.).

Spørges der nu, om disse navne er forblevne uforvanskede eller uforandrede ned igennem tiderne, kan der svares, at i det hele og store er de det. På grund af de forholdsvis ringe ændringer i det islandske sprogs grammatik er også disse

navne, der jo desuden for det meste er let forståelige, ret godt bevarede. Der er dog sket ikke så få ændringer, der er af forskellig art; dels er de naturlige afslibninger, dels forvanskninger, disse atter af mere eller mindre radikal natur.

Til afslibninger hører sådanne ændringer, der består i, at en vokal (u, i, a) bortfalder foran h eller en vokal, som f. eks. *Gøthús* for *Gøtuhús*, *Hólmhús* f. *Hólmahús*, *Hjallhólar* f. *Hjallahólar*; står *j* så foran *a*, har det længe holdt sig, men er nu vist nok også forsvundet (*Reykjahús*—*Reykjús*—*Reykhús*; *Reykjahólar*—*Reykjólar*—*Reykhólar*); *Drageyrr* f. *Dragaeyrr*, *Hólá* f. *Hólaá*, *Veidá* f. *Veidiá* o. s. v. Dernæst kan *a* svækkes til *u* i en ubetonet mellemstavelse som i *Torfu-staðir* f. *Torfa-*, *Kúustaðir* f. *Kúga-* (af mandsnavnet *Kúgi*). En sådan opstået form kunde give anledning til en — forfejlet — opfattelse, hvad skrivemåden *kúfu-* f. eks. vidner om; andre tilfælde af lignende art vil senere blive omtalte. Også andre svækkelser kunde indtræde; således kunde *Þóris-* og *Þórodds-* foran *-staðir* bægge blive til *Þóru-*, der da falder sammen med gen. af kvindenavnet *Þóra*; det kan derfor blive vanskeligt at bestemme den oprindelige form, hvor denne ikke findes i ældre (ældste) kilder. Også i rodstavelser foran flere konsonanter kunde en svækkelse indtræde. Således er vistnok et *Saurssstaðir* blevet til *Surssstaðir*, der så — fejlagtig — kunde opfattes og skrives som *Surts* (af *Surtr!*). Eller et *Rauðsstaðir* blev i udtalen til *Ruðs-* og dette — ved assimilation — til det mindre gennemsigtige *Russtaðir*; dette kunde så — af en mindre kyndig — blive læst som *Rússtaðir* og opfattes som *Rútsstaðir* (af mn. *Rútr* = *Hrútr*), hvilket faktisk er sket i Johnsens Jarðatal. En anden ændring i udtalen kunde bevirke fejlagtig opfattelse, f. eks. delabialiseringen af *y*; et *Gly(s)staðir* blev til *Glísstaðir* og dette atter — på grund af de mange konsonanter — til *Glisstaðir*; for nu at få mening i ordet blev det til *Glit-staðir* (af *glit* ntr. = *glans*).

Et *Hlýskógar* blev på lignende måde til *Hlískógar* og det til *Hlíð-* eller *Hlíð-*. *Mýdalr* blev til *mídalr*, som så kunde opfattes som *mi(ð)dalr*. Et *vámúli* blev til *vomúli* og dette ændredes så til *vod-* eller *vot-múli*, en mindre uskyldig ændring.

Også konsonanter kunde falde bort i ubetonede stavelser, f. eks. *r* (jfor ikke at tale om *s*) foran *s* (*st*), som i *Barkastaðir* f. *Barkar-*, *Galta-* f. *Galtar*, *Grímastaðir* f. *Grímarsst.*, *Býjasker* f. *Býjar-*. Derfor kan det undertiden være umuligt at sige, om det f. eks. er *Bjarni* eller *Björn*, *Árni* (mandsn.) eller *ørn* der foreligger i et navn, hvis første led er *Bjarna-*, *Arna-*. Således er også det oprindelige *Reykjavík* blevet til *Reykjavík* (landets hovedstad). En oprindelig betonet mellemstavelse kunde, naturligvis, miste sin betoning og følgelig kunde dens vokal ændres (forkortes); således er et *Bakkárholt* blevet til *Bakkar*, *Djúpárdalr* til et *Djúpadalr* (og så blev et nyt navn lavet til elven: *Djúpadalsá!*), jfr. *Hitárnes*, der blev *Hitar-*, hvorefter, mærkeligt nok, *i* blev til *í* — som etslags erstatning? Fremdeles kunde to mellemstavelser sammentrækkes: *Starkaðarhús* til *Starkar-*, *Kaldadærholt* til *Kaldar-*.

Hertil kan føjes, at da *Hrafns-* og *Hrapps-* kom i udtalen til at lyde ens (*Hrafs-*), er det ofte umuligt at bestemme, om det første led er det ene eller det andet. Noget lignende finder også sted i andre tilfælde: et *Snæfogs(-staðir)* udtaltes ganske som *snæfogs*, men således udtaltes også gen. af *snæfok*; derfor finder man også ofte denne skrivemåde som den rigtige (!); mærkeligt er det at se her, hvor gamle vokaler ofte holder sig længe; *fogl* er jo ellers altid blevet til *fugl*, men i stedsnavnet har *o* holdt sig, ganske som *ø* i *Øxna* (*-dalr*, *-fell* o. s. v.), uagtet det ellers hedder *yxna-*, jfr. også *Oxa-* endnu i AM.

*g* foran *n* (*gnúpr* o. s. v.) er i reglen faldet bort; det kan dog findes temlig langt ned i tiden.

Ældgammel er den ændring, der består i at et intetkønsord i flertal får endelsen *ar* (eller *ir*), *Húsar*, *Fjósar*, *Nesjar*, *Hrísar*, *Lyngar*, *Fljótar*; på Island er disse navne, hvor man kan kontrollere det, hankønsord (f. eks. *Fljótana báða* o. s. v.). Ved siden af *Fjósar* kan dog også findes *Fjósir*, fem., ligesom også *Akrar* kan ændres til *Akrir*; med det samme kan også omtales, at *votn* og *björg* kan blive til *vetnir* (sjældent) og *bjargir*. Hyppigere er at femininet *hløður* bliver til *hlaðir* og dette til *hlaðnir* (efter gen. *hlaðna*), samt masc. *vellir* til *vallir*—*vallnir* (efter den anomale gen. *vallna*). Hertil kan endelig føjes *Brúar* (f. *brýr*, af *brú*).

Udtaleforvanskninger er fremdeles følgende: *Einland* f. *Eingland* (o: Eng-), *Munis-tunga* f. *Miðnes-*, *Effersey* f. *Ørfiris*, *Óagil* f. *Úfa-* (*f* falder ellers bort mellem *ú* (*ó*) og *a* (*i*); dette kunde yderligere forvanskes til *Úlfagil* (vistnok blot litterært).

Da *rn* i udtalen ligner så meget *t*, kunde *Kotbrekka* let opfattes som *Kornbr.*, og omvendt *Korngerði* som *Kotgerði*. På en lignende unøjagtig lydopfattelse kunde *Feigsdalr* (af *feigr*) blive til *Feitsdalr*, *Oddshvammr* til *Otshv.* og dette så yderligere forvanskes til *Ost-*. Beslægtet hermed er, når *Sauðlausdalr* bliver til *Sauðlauks-*, således som gården nu altid nævnes og skrives. Et *ker-* ('kar', fordybning) er blevet til *kjör* (i *Kjörvágr*, *Kjörseyrr*), idet man sammenblandede ordet med stammen i *kjör* (kär, valg), jfr. *Mjölbrigðastadír* f. *Mel-* (keltisk navn).

På forskellig måde søger man at få mening i ord, der ved udtaleændringer er blevne uforståelige (noget af det anførte kan også gælde som eksempler herpå). *Meiðastadír* (jfr. *meiðr* = træ) er opstået af *Meiríðar-* (*Myríðar-*), *Steinastadír* (jfr. mandsn. *Steini*) af *Stenja-* og dette for *Steinnújar-*, *Tindriðastadír* (*Tindriði* jfr. *Indriði*) af *Tindra-* og dette for *Tundra-* (af samme stamme som, eller dannet af, *tundr*), *Daðastadír* (jfr. mandsn. *Daði*) f. *Datt-* (af et mandsn. eller

tilnavn *Dattr*), jfr. at *Bottastaðir* (af et usædvanligt mandsn. *Botti*) bliver til *Botna-* (af *botn*). *Kárnsá* (af fuglenavnet *kárn*, der glemtes) gik over til *Kornsá*; dette er så blevet opfattet som sammensat med *korn*, eller også med *kot* (jfr. ovf., og da skrevet *Kotsá*). *Keldnaholt* blev til *Keldnholt*; dette kom let til at lyde som *Kjeddnholt*, der så forstodes som eller ændredes til *Kjarnholt* (af *kjarni*). *Vágshúsar* blev let til *Vágsósar* (af *óss*, munding), jfr. ovf. *Ó(f)a-* af *Úfa-*. *Undenfell* (f. *Undurn-*, kl. 9 eller kl. 3) blev let (da det gamle ord gik ud af sproget) forvansket dels til *undan-*, dels og navnlig til *undir-* (man kom let til at tænke på et udtryk som [at búa] *undir fell*). *Ymjaberg* (af *ymr*) blev i udtalen til *Imjaberg* og *Imjuberg*, men dette var uforståeligt og så blev det omdannet til *Emmuberg* (jfr. kvinden. *Emma*). På lignende måde blev et (mindre forståeligt) *Lokinhamrar* forvansket (måske dog blot litterært) til *Lodkinnu-* (*lodkinna*, loddenskind, kunde være tilnavn). *Ostvatnsholt* forvanskedes til *Austvaðs-* o. s. v. Mærkeligt er det, at et så gennemsigtigt ord som *Uppsalir* har haft tilbøjelighed til at blive forvansket til *Umsvalir*; det må være udtalen *Ufsalir*, der har givet stødet dertil. Som undtagelse står forvanskningen *Harastaðir* af *Arastaðir* (grunden var, at et virkeligt *Harastaðir* ikke var så langt borte derfra). Kendskab til *Njálssaga* har bevirket, at det gamle navn *Bergþórshváll* blev til *Ber(g)þóru-* (efter *Njáls* bekendte hustru; om denne udtale er almindelig, ved jeg ikke, men jeg har selv hørt den af egnens egen bønderbefolkning).

Der kunde anføres endnu flere forvanskninger af lignende art. Herom må jeg henvise til min islandske afhandling.

Ændringer af navne kunde også foregå på andre måder. Det kunde ofte være nødigt eller ønskeligt at betegne en gård nærmere end det blotte (korte) navn gjorde; en gård, der f. eks. hed *Á*, blev kaldt *Árbær* (jfr. at *Á*, hvor *Hallr* bode, blev til *Þvátta*, efter at han og hans folk var døbt i elven, og

således hedder gården den dag i dag). En gård, der blot hed *Foss*, kunde blive kaldt *Langárfoss* efter elven. En, der blot hed *Hlíð*, kunde, efter dens ejer, blive kaldt og nærmere betegnet som *Logmannshlíð*. To gårde i samme egn, der hed *Eyrr*, fik deres navn forlænget: *Öndverðeyrr* (eller *Hallbjarnar-eyrr*) og *Narfeyrr* (f. *Narfa-*; eller *Geirrødareyrr*). To *Hvammr* kaldtes henholdsvis *Presthvammr* og *Kasthv*. *Tunga* i en egn, hvor en anden *Tunga* også fandtes, blev — i en vis periode — kaldt *Sóttartunga* (vistnok efter en hærgende sygdom); da man imidlertid har fundet et sådant navn mindre flatterende, fik gården navnet *Marteinstunga* efter den helgen, hvem den på gården byggede kirke var helliget. En sådan skiften navne er dog meget ualmindelig, undtagen hvor det drejer sig om *kot* og *búð*; dér haves ofte flere navne efter de vekslende ejere (eller bønder).

Ikke sjælden findes — foruden i de anførte tilfælde — det samme navn på to gårde, der da enten var oprindeligt to selvstændige gårde eller opstæede ved deling af én. Her trængte man til nærmere betegnelse. Det kunde da ske ved at betegne deres gensidige beliggenhed, østre—vestre, søndre—nordre, indre—ydre o. s. v. Ejendommeligt nok findes ofte „ydre“ som modsætning til „østre“ — således på sydlandet —, eller for at betegne beliggenheden længere ud ad søen (fjorden) til. „Længere fremme“ (*fremri*) findes i to betydninger; på nordlandet betyder det „længere indad i retning af fjældene og det indre af landet“, andre steder det modsatte. Også adskilles gårdene flere steder ved „lille—store“, „store—mindre“, „større—mindre“, „lille—større“. Denne deling af gårde er af meget forskellig alder. Ofte findes den i Johnsens jordebog, hvor AM ikke kender den. Den må da være yngre end fra omkr. 1720. I mange andre tilfælde er den meget ældre. En undersøgelse heraf vilde have stor betydning for landets statistisk-økonomiske historie.

Endelig skal göres opmærksom på de — forholdsvis få —

ældre opkaldelsesnavne, som der synes at være grund til at antage: *Hleidargarðr* („Lejregård“), *Sigtún* („Sigtuna“), *Jórvík* („York“), samt de to mytologiske navne *Elvágar* og *Hnitbjörg*. Dog kan der være tvivl om disse. Tilknytning til Norge findes i *Gaulverjabær* og *Vorsabær* (*Ossa-*), jfr. de norske *Gaul* og *Vors*, og måske flere (jfr. *Yrjar*).

---

## STJERNESKUD

OVER DANMARK OG NÆRMESTE OMLANDE I 1910

AF

TORVALD KØHL.

Nedenstaaende Beretning fremkommer som Supplement til de i „Oversigt over det Kgl. danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger“ 1905 Nr. 3, 1906 Nr. 3, 1907 Nr. 5 og 1909 Nr. 6 offentliggjorte Meddelelser om de her i Landet ledede Meteoragttagelser. Ved Udgangen af 1910 var Antallet af indregistrerede Meteoror siden 1. Januar 1875 naaet op til 5194.

### Observationskolonier.

Nr.	Aar	Station	Observator	Antal app. Baner
33	1910	Odder („Carina“)	Ludvig Dolleris	39
		København I	{ H. E. Lau S. A. Kierulff }	43
		Faxe Ladeplads	J. Skakke	21
		Odense	S. Carstens	7
		Hjerpsted	N. H. Bossen	21
		Kolding	Holger Nielsen	20
		København II	Aage Fock	1
		Vraaby	Einar Hansen	1
		Jyderup	R. Malling Povlsen	1

I alt... 154

## Stationerne.

Nr.	Station	G. Længde (fra Københavns Observatorium)	G. Bredde n.	Afstand fra	
				Jordaksen	Ækvators Plan
				Kilometer	Kilometer
1	Faxe Ladeplads .	0°26'.3 v.	55°12'.2	3648	5213
2	Hjerpsted . . . . .	3°54'.8 v.	55° 1'.7	3663	5203
3	Kolding . . . . .	3° 6'.1 v.	55°29'.5	3621	5232
4	København I . . .	0° 3'.5 v.	55°41'.1	3603	5244
5	København II . . .	0° 2'.0 v.	55°40'.7	3603	5244
6	Odder („Carina“) .	2°25'.7 v.	55°58'.4	3577	5262
7	Odense . . . . .	2°11'.1 v.	55°23'.8	3630	5226
8	Vraaby . . . . .	0°25' v.	55°20'	3636	5222

København I og II betegner to forskellige Observationssteder i København.

## Stationsparrene.

Nr.	Stationspar	Længde- differens	( <i>A</i> )	<i>D</i>	log <i>K</i>
1	I Vraaby . . . . . } II København II . . . }	0°23'.0	143°51'.0	+ 28°18'.0	1.6665
2	I Kolding . . . . . } II Odder . . . . . }	0°40'.4	136°18'.7	+ 26°14'.4	1.8316
3	I Hjerpsted . . . . . } II København I . . . }	3°51'.3	105°40'.7	+ 9°15'.2	2.4065
4	I Kolding . . . . . } II København I . . . }	3° 2'.6	96°51'.3	+ 3°33'.8	2.2857
5	I Hjerpsted . . . . . } II Kolding . . . . . }	0°48'.7	129°19'.0	+ 23°37'.8	1.8594
6	I Kolding . . . . . } II Faxe . . . . . }	2°39'.8	82°16'.5	÷ 6°20'.2	2.2359
7	I Odder . . . . . } II København I . . . }	2°22'.2	81°13'.5	÷ 6°48'.5	2.1814
8	I Odder . . . . . } II Faxe . . . . . }	1°59'.4	61°25'.2	÷ 18°45'.8	2.1828
9	I Odense . . . . . } II Faxe . . . . . }	1°44'.8	81°18'.4	÷ 6°35'.5	2.0540

I betegner den vestlige, II den østlige Station. (*A*) og *D* betegner henholdsvis Rektascension og Deklination for det Punkt paa Himlen, der træffes af en ret Linie fra Station I gennem Station II ved 0<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> 0<sup>s</sup> Stjernetid for Station I.

## Simultan-lagttagelser.

Nr.	Tid	Station	Meteorets				Størrelse	Anmærkninger
			Begyndelse		Ende			
			$\alpha$	$\delta$	$\alpha$	$\delta$		
95	1910, August 9, 11 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> pm. <sup>1</sup>	Kolding	$\overset{\circ}{(344 + 25)}$	$\overset{\circ}{(333 + 6)}$	2	Stribe. <sup>2</sup>		
		Odder	$(317 \div 5)$	$\overset{\circ}{333 + 6}$ $(307 \div 9)$ $307 \div 9$	1	Stribe.		
96	1910, August 9, 11 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup> pm.	Kolding	$(23 + 40)$	$(10 + 28)$	1	Stribe i 8 <sup>s</sup> .		
		Odder	$20 + 37$ $(0 + 32)$ $0 + 34$	$10 + 28$ $(352 + 23)$ $352 + 22$	1	Stribe.		
97	1910, August 10, 10 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> pm.	Hjerpsted	$(40 + 45)$	$(33 + 38)$	2			
		København I	$42 + 47.5$ $(170 + 68)$ $170 + 68$	$35 + 40$ $(184 + 62.5)$ $188 + 63$	3			
98	1910, August 10, 10 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> pm.	Kolding	$(22 + 38)$	$(12 + 27)$	3			
		København I	$20 + 37$ $(10 + 84)$ $10 + 80$	$14 + 30$ $(261 + 74)$ $261 + 74$	3	Hvidgul.		
99	1910, August 10, 10 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> pm.	Hjerpsted	$(42 + 48)$	$(32 + 43)$	3			
		Kolding	$39 + 47$ $(24 + 53)$ $26 + 56$	$30 + 42$ $(18 + 48)$ $18 + 47$	2			
100	1910, August 10, 10 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 46 <sup>s</sup> pm.	Kolding	$(8 + 40)$	$(1 + 35)$	2			
		Faxe	$(235 + 73)$	$355 + 31$ $(233 + 48)$ $234 + 52$	1	Stribe.		
101	1910, August 10, 10 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> pm.	Kolding	$(352 + 8)$	$(348 + 1)$	1			
		Odder	$(335 \div 6)$	$346 \div 2$ $(334 \div 8)$ $334 \div 8$	2			
102	1910, August 10, 11 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> pm.	Kolding	$(34 + 30)$	$(28 + 24)$	2			
		Odder	$(16 + 27)$	$29 + 25$ $(16 + 23)$ $14 + 22$	3			
		København I	$(27 + 66)$	$(335 + 69)$ $335 + 69$	3.5			
103	1910, August 10, 11 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup> pm.	Kolding	$(322 + 34)$	$(309 + 25)$	1	Klar Stribe.		
		Faxe	$(237 + 37)$	$308 + 25$ $(240 + 19)$ $240 + 21$	1	Stribe.		
104	1910, August 10, 11 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup> pm.	Odder	$(3 + 8)$	$(10 + 11)$	2			
		Faxe	$4 + 8$ $(359 + 51)$ $355 + 50$	$14 + 13$ $(35 + 60)$ $30 + 60$	1	Langsomt.		

<sup>1</sup> Mellemeuropæisk Zonetid. <sup>2</sup> De i Parentes satte Positioner er de *observerede*, de andre de *korrigerede*.



## Oversigt over Beregnings-Resultaterne.

Nr.	Begyndelse			Ende			Banens Længde	Radiant	
	$\lambda$	$\varphi$	$h$	$\lambda$	$\varphi$	$h$	$l$	$\alpha$	$\delta$
99	1 43.2 v.	56 14.2	Kilom. 101.3	0 51.9 v.	56 13.9	Kilom. 125.2	Kilom. 59.3	185	20
100				1 26.5 v.	55 25.3	93.6			
101				0 16.9 ø.	54 3.6	100.5			
102 A				0 11.3 ø.	55 55.1	89.3			
B				0 13.1 ø.	55 54.7	87.8			
C				0 13.5 ø.	55 55.1	89.3			
103				2 56.6 v.	54 58.2	102.3			
104	0 17.6 ø.	55 15.7	89.1	0 24.6 ø.	55 36.8	81.7	40.6	298	24
105				0 46.9 ø.	56 23.7	46.4			
106	3 0.9 v.	53 41.4	145.1	3 34.7 v.	53 14.6	92.8	61.5	54	50
107				3 49.3 v.	54 29.4	100.7			
108				2 3.5 v.	55 12.3	25.6			
109	1 4.8 ø.	56 16.8	119.2	0 39.5 ø.	56 10.2	80.4	48.7	21	53
110				1 54.8 v.	56 46.6	92.5			
111				0 11 ø.	54 56.4	99.4			

## Radiationspunkterne.

Nedenstaaende Liste giver Radianterne med Tilføjelse i Parentes af det til hver enkelt Radiant benyttede Antal Baner, hvilket Antal atter er fremstillet i 2 Addender, som viser henholdsvis, hvor mange Baner der laa indenfor 0—2°, og hvor mange der laa i 2—5° Afstand fra Radianten.

1910, August 9: 43° + 53° (10 = 7 + 3)

August 10: 45° + 59° (27 = 18 + 9)

37° + 43° (13 = 10 + 3)

August 11: 47° + 59° (21 = 14 + 7)

37° + 43° (9 = 7 + 2)

Foruden disse udprægede Radianter var der Antydning af flere andre, som f. Eks. Punktet 317° + 10°, hvorfra 4 Meteoror udgik, og da de to af disse betegnes som langsomme, er det ganske interessant at se, at Punktet falder i Nærheden af de tidligere angivne Radianter for langsomme Meteoror i Laurentiusperioden. De egentlige Perseider udmærker sig ved meget stor Hastighed.



## ZONES ET BIOCHORES GÉOGRAPHIQUES

PAR

MARTIN VAHL

Déjà les fondateurs de la géographie ont reconnu que les zones astronomiques, limitées par les cercles polaires et les tropiques, ne donnent que très imparfaitement l'image de la variation des facteurs géographiques du pôle à l'équateur. — Ce fait provient en partie de ce que les frontières géographiques ne sont pas parallèles aux cercles de latitude, et en partie de ce que la simple tripartition du domaine compris entre l'équateur et le pôle donne trop peu de zones, lesquelles contiennent chacune dans leur superficie de trop grands contrastes géographiques.

Pour comprendre le travail qui a été accompli pour donner une répartition géographique en zones, nous devons nous demander d'abord en quoi consiste la tâche du géographe.

La géographie peut se diviser en deux sections principales. L'une considère la terre comme la demeure des hommes et recherche les conditions d'existence qu'elle leur offre. C'est la géographie physique.

L'autre traite de la civilisation humaine, c'est-à-dire de la faculté d'utiliser les conditions d'existence fournies par la terre. C'est l'ethnographie.

La science des pays examine à ces deux points de vue les divers territoires, tandis que la géographie générale considère à part les divers facteurs géographiques, soit

pour toute la terre soit pour un territoire déterminé. Mais quand le géographe se livre à des recherches approfondies et spéciales sur le terrain, le climat, la végétation, la civilisation, etc. d'un domaine déterminé, il aura toujours présent à l'esprit l'ensemble dont ses recherches sont une partie.

Même dans l'étude des déserts de glace antarctiques, l'intérêt principal du géographe se concentre sur l'importance que ces régions peuvent avoir pour les régions habitées, par exemple par l'action qu'elles exercent sur la circulation de l'air, sur les courants marins, etc. . .

Une division géographique en zones devra donc exposer les divers types de possibilités de culture qui se succèdent de l'équateur au pôle, délimiter leurs domaines, enfin rechercher comment ces types se rattachent aux changements dans les conditions naturelles de zone à zone.

Les conditions naturelles que la terre offre à l'homme et qui lui permettent de gagner sa vie: agriculture, industrie, commerce, chasse, sont tantôt locales, par exemple la fertilité du sol, la présence de minéraux précieux, l'accessibilité du pays, tantôt zonales, et alors il s'agit du caractère du climat. Ce caractère se déterminera d'après les relations du climat avec les plantes, savoir les plantes cultivées et d'autres plantes utiles à l'homme, telles que des arbres forestiers ou des plantes fourragères à l'état sauvage, etc.

L'influence directe du climat sur l'organisme humain est extraordinairement compliquée. Il faut noter en particulier que les isothermes ordinaires ne donnent pas une idée des conditions de température telles qu'elles sont ressenties par les hommes.

On constate cependant que la chaleur émise par une peau en sueur peut s'exprimer par une formule où la température de l'air et l'humidité peuvent s'éliminer, de sorte que l'émission de chaleur apparaît comme dépendant seulement de

l'état du thermomètre humide et de la tension maximale de la vapeur à cette température. Si l'on désigne la température de la peau par  $T_h$  et la tension maximale de la vapeur par  $E_h$ , la température de l'air par  $T_l$  et la tension de la vapeur au moment même par  $e$ , on aura l'équation suivante :

$$\alpha(37 - T_h) = \beta(T_h - T_l) + \gamma(E_h - e).$$

La grandeur placée à gauche du signe d'égalité désigne le courant de chaleur allant de l'intérieur du corps à la peau. Le facteur  $\alpha$  varie avec la provision de sang amenée à la peau; mais si toutes les forces sont utilisées pour porter au maximum le dégagement de chaleur, il aura pour chaque individu une valeur constante. Le premier terme de la grandeur placée à droite du signe d'égalité représente le dégagement de chaleur dans l'atmosphère et l'autre terme représente l'émission de chaleur par l'évaporation produite sur la peau. La perte de chaleur produite par rayonnement est si faible qu'on peut la négliger. L'équation exprime donc que l'apport de chaleur à la peau est égale à la perte de chaleur.

Si l'on désigne l'émission de chaleur par  $V$ , l'état du thermomètre humide par  $T_f$  et la tension maximale à cette température par  $E_f$ , on aura les deux égalités suivantes :

$$V = \alpha(37 - T_h)$$

$$V = \beta(T_h - T_f) + \beta(T_f - T_l) + \gamma(E_h - E_f) + \gamma(E_f - e).$$

Or, d'après la formule du psychromètre, le second et le quatrième termes de la seconde équation sont égaux avec des signes différents, et l'équation peut se réduire ainsi :

$$V = \beta(T_h - T_f) + \gamma(E_h - E_f).$$

L'émission de chaleur se trouve ainsi déterminée par deux équations qui l'expriment comme fonction de la température de la peau et de celle du thermomètre humide et comme fonction des tensions maximales qui en dépendent aux mêmes températures. Comme l'une de ces températures avec la tension de vapeur qui y correspond peut s'éliminer, l'émission

de chaleur ne dépend que de la seconde. Cette formule ne tient pas compte de l'émission de chaleur par la vaporisation à travers les poumons, laquelle dépend seulement de la tension de vapeur momentanée, ni de l'échauffement de l'air inspiré à la température du corps. Du reste, pour le même état du thermomètre humide une augmentation de la température de l'air signifie une diminution de la tension de la vapeur. Si donc le thermomètre humide ne constitue pas un moyen parfait pour indiquer la sensation de température, il est cependant très instructif et explique par exemple pourquoi les Chinois supportent la chaleur tropicale beaucoup mieux que les Européens du Sud; car l'été humide de la Chine enregistre sur les thermomètres humides des températures beaucoup plus hautes que l'été sec du Sud de l'Europe. Harrington<sup>1</sup> a publié une carte qui indique pour les États-Unis des valeurs moyennes de l'état du thermomètre humide en juillet. Cette carte nous explique pourquoi dans les états de l'Est l'été paraît plus chaud que dans les états intérieurs de l'Ouest, où la température est cependant plus élevée.

Mais la terre contient tant de races humaines réagissant différemment au climat que chaque climat trouve des êtres humains capables d'utiliser les conditions d'existence qu'il leur offre.

La base de la division par zones doit donc être le climat tel qu'il agit sur les plantes. Les frontières entre les zones doivent être des frontières climatériques coïncidant avec des frontières botaniques.

---

Les fondateurs de la géographie héritèrent de l'époque antérieure une division en zones fondée sur des principes

<sup>1</sup> International Medical Magazine 1894. Comme je ne connais que par compte rendu le travail de Harrington, je ne sais pas comment il établit la valeur du thermomètre humide pour la sensation de la température, et j'ai dû moi-même en fournir la preuve.

astronomiques. En dehors de cette notion générale que la chaleur diminue quand on va de l'équateur aux pôles, on n'avait aucune idée de la répartition de la chaleur sur le globe jusqu'au moment où Humboldt,<sup>1</sup> avec sa génialité coutumière, imagina de rassembler les observations thermiques dont on disposait et de dresser sur ces données la première carte d'isothermes. Cette carte révéla que les isothermes ne suivent pas les latitudes, mais que les côtes orientales sont plus froides que les côtes occidentales. Humboldt n'avait pas en main les matériaux suffisants pour démontrer que cette constatation n'est valable qu'au nord de 35° environ de latitude nord et que le rapport est inverse entre 35° de latitude nord et de latitude sud. En ce qui concerne la cause de cette anomalie, ses idées non plus ne sont pas claires. En outre il devint évident que les isothermes d'été et les isothermes d'hiver ne sont pas parallèles. La chaleur moyenne de l'année ne peut donc caractériser le climat. Dans le *Kosmos* et dans divers autres écrits Humboldt revient sur la grande différence de flore que l'on peut observer en des points présentant la même chaleur moyenne annuelle, suivant que le fait résulte d'un hiver doux et d'un été frais ou d'un hiver rigoureux suivi d'un été chaud.

C'est surtout la géographie botanique qui devait susciter des progrès dans la théorie de la division en zones. Dès 1807 Humboldt publiait son *Essai sur la géographie des plantes*, dont il donnait la même année une édition allemande: *Ideen zu einer Geographie der Pflanzen*; c'est la première tentative faite pour traiter la végétation à un point de vue géographique (je dis à dessein „géographique“ et non „topographique“). Du reste les autres écrits de Humboldt fourmillent d'observations sur la végétation. Il insiste sur deux points: la physionomie de la végétation et

<sup>1</sup> Mémoires de la société d'Arcueil 1817.

les plantes cultivées. A une époque où l'importance physiologique de la physionomie des plantes était encore inconnue, son coup d'œil pénétrant en avait apprécié la valeur géographique. La théorie de Humboldt sur la physionomie des plantes a donné naissance à la théorie des formes vitales, de même que sa théorie sur les plantes en société et les plantes isolées fut le premier germe de la science des formations végétales.

C'est aussi en examinant la végétation des divers pays que l'on devait sentir particulièrement l'insuffisance de la répartition en trois zones. On trouve chez Leopold von Buch l'expression de subtropicale appliquée à une végétation qui se rapproche de la végétation tropicale. Schouw partage la zone tempérée en deux zones, l'une tempérée-chaude et l'autre tempérée-froide, mais sans les définir. De même il emploie à l'occasion les termes de subtropical et de subpolaire, mais sans les définir non plus. La première tentative pour donner une nouvelle division en zones se trouve dans l'ouvrage de Meyen intitulé „Grundriss der Pflanzengeographie (1836)“. Meyen conserve les trois zones conventionnelles et les subdivise ensuite. Il signale cependant que les tropiques et les cercles polaires ne correspondent qu'approximativement aux frontières géographiques et ne sont pas parallèles aux isothermes. Le domaine compris entre l'équateur et le tropique se divise en deux portions: la zone équatoriale, représentant 15° des deux côtés de l'équateur, et la zone tropicale, d'environ 15° à 23°.

Viennent ensuite la zone subtropicale d'environ 23° à 34°, la zone tempérée-chaude, d'environ 34° à 45°, la zone tempérée-froide d'environ 45° à 58°, et la zone subarctique, d'environ 58° à 66°.

Au nord du cercle polaire se trouvent la zone arctique, d'environ 66° à 72° et la zone polaire d'environ 72° à 82°.

Meyen admet qu'au nord du 82° degré de latitude nord il n'existe plus de vie.

A l'intérieur de chaque zone, il essaye ensuite de décrire le climat, la physionomie de la végétation et les plantes cultivées. Il ne réussit que très imparfaitement pour les trois premières zones. La connaissance de ces régions était encore très rudimentaire. Il est en meilleure posture pour parler des zones suivantes. La zone tempérée-chaude est caractérisée par ses arbres à feuilles toujours vertes, la zone tempérée-froide par ses arbres à feuilles caduques, et la zone subarctique par la prédominance des conifères.

La zone arctique est plus difficile à caractériser. Elle s'étend du cercle polaire à la limite des forêts; mais l'auteur ne peut indiquer de différence essentielle entre cette zone et la précédente. En réalité il n'a pas pu se débarrasser du cercle polaire, qui a encore moins de raison d'être que n'en avait le tropique comme frontière entre les zones subtropicale et tropicale.

La zone polaire se distingue par la rareté de sa végétation, l'absence d'arbres et de plantes cultivées.

De même que la décroissance de la chaleur de l'équateur au pôle donne naissance à une série de zones, de même la décroissance de la chaleur à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer produit une série de régions différentes.

Meyen croit retrouver les zones dans les régions d'altitude des montagnes tropicales, c'est-à-dire qu'en faisant vers l'équateur l'ascension d'une haute montagne on doit pouvoir rencontrer les mêmes zones de climat et de végétation que si l'on voyageait de l'équateur au pôle.

A chaque zone que l'on traverse, disparaît la région qui était auparavant la région la plus basse, et la région suivante se trouve déjà à la hauteur du niveau de la mer. L'auteur admet une épaisseur moyenne de 1900 pieds, correspon-

dant à une diminution de 3 degrés dans la température moyenne de l'année.

Meyen ne s'est pas dissimulé la difficulté qu'il avait à accorder son élégant système avec les observations.

Quant à l'absence d'une région d'arbres à feuilles caduques sur le versant ouest des Andes péruviennes, qui étaient alors presque la seule région montagneuse connue dans la partie centrale de la zone tropicale, il explique le fait par la sécheresse du climat qui empêche complètement la croissance des arbres. Dans le Mexique et sur l'Himalaya, à la frontière septentrionale de la zone tropicale il existe vraiment quelques rudiments d'une région d'arbres à feuilles caduques.

Dans la région des escallonias des Andes, Meyen voyait très justement un parallèle à la région des conifères. Il faut admirer sa pénétration à une époque où la théorie des formes vitales était encore en enfance.

Enfin Meyen fait observer qu' à une certaine région de terre basse scandinave correspond une température annuelle plus basse que dans la région correspondante d'une haute terre appartenant à une zone plus méridionale. Il explique fort bien le fait comme une conséquence de la différence de plus en plus grande entre les saisons à mesure qu'on s'avance vers les pôles. Il remarque encore, — ce qui du reste avait été mentionné déjà par Humboldt et Schouw, — qu'on trouve dans le Nord de l'Europe la culture du blé là où la température moyenne s'abaisse à 0°, tandis qu'aux tropiques on rencontre déjà la limite des neiges à une température moyenne égale. La cause en est dans la température d'été relativement élevée des régions scandinaves. Le mérite de Meyen est d'avoir exposé une division en zones qui, fondée sur les connaissances de l'époque, présente le rapport de dépendance de la végétation et de l'agriculture vis à vis des conditions de température telles qu'elles se modifient de l'équateur au pôle et en montant au dessus du niveau de la mer.

Pour arriver à cette division, l'auteur avait rassemblé tous les matériaux existants et comblé les lacunes de nos connaissances avec des hypothèses soutenables ou insoutenables. La ressemblance entre une ascension de montagnes et un voyage de l'équateur au pôle est devenu une sorte de cliché que l'on rencontre encore ça et là, bien qu'il soit démontré depuis longtemps que cette opinion ne concorde pas avec la réalité.

L'époque suivante devait collectionner des documents avant que l'on pût voir se produire de nouveaux progrès dans la théorie des zones. La seconde génération du XIX<sup>e</sup> siècle est en somme une période de stagnation dans l'histoire de la géographie. Les grands fondateurs ne laissèrent aucun disciple. Les progrès qui eurent lieu dans la science positive ne furent pas dûs pour la plupart à des géographes et par suite ne furent pas tous également profitables à la science géographique proprement dite.

Mais lorsque les géographes commencent à se réveiller aux alentours de 1870, ils se mettent aussi à chercher une meilleure division en zones.

En 1879 parut dans les *Mittheilungen* de Petermann le travail de Supan intitulé: *Die Temperaturzonen der Erde*. Supan divise la terre en trois zones de température, dont chacune se subdivise en deux sous-zones.

La zone chaude est limitée au nord et au sud par des isothermes annuels de 20°. Elle se subdivise en zone tropicale où tous les mois ont une température moyenne supérieure à 20°, et zone ectropicale, où un ou plusieurs mois ont une température moyenne inférieure à 20°. Les zones tempérées ont une moyenne annuelle entre 20° et 0°. Elles se divisent en une zone équatoriale, où le mois le plus froid dépasse 0° et en une zone polaire, où le mois le plus froid est au-dessous de 0°.

Les zones froides ont leur moyenne annuelle au-dessous

de Zéro. Leur subdivision équatoriale a son mois le plus chaud au-dessus de Zéro, et ce mois est inférieur à Zéro dans la subdivision polaire.

Les zones de température de Supan ne reçurent pas un accueil favorable. Dans la première édition de sa Climatologie (1883), Hann leur adresse de vives critiques et proteste notamment contre la dilimitation de la zone tempérée à l'isotherme Zéro. Le Groenland du Sud se trouve gratifié d'un climat tempéré, tandis que la Sibérie du Sud-Ouest reçoit un climat polaire, bien qu'on se trouve ici à la limite sud de la zone des forêts de conifères; les forêts d'arbres à feuilles caduques commencent et on jouit des conditions les plus favorables pour la culture du blé.

Il est difficile d'imaginer une répartition moins géographique. De même l'isotherme annuelle de 20° ne constitue pas une bonne frontière pour la zone chaude. Elle coupe la Chine du Sud en un point où la nature n'offre aucune limite. Elle partage le bassin de la Méditerranée d'une manière étrange, de sorte que la côte occidentale de la Syrie se trouve dans la zone chaude et que la côte occidentale du Sahara tombe dans la zone tempérée. En Amérique, en Australie et dans l'Afrique du Sud, les résultats sont aussi défectueux.

La faute provenait de ce fait, — pourtant signalé très clairement cent ans plus tôt par les pères de la géographie, — que la chaleur moyenne annuelle donne une très mauvaise caractéristique d'un climat, car les êtres vivants ne dépendent pas de la chaleur annuelle mais bien de l'alternance des saisons. Les sous-zones de Supan étaient aussi caduques que ses zones.

Une répartition bien meilleure des zones de température fut proposée par Köppen<sup>1</sup>.

Il range dans la zone tropicale les pays où tous les mois ont une température moyenne au dessus de 20°.

<sup>1</sup> Die Wärmazonen der Erde (Meteorologische Zeitschrift 1884).

La zone subtropicale a un ou plusieurs mois au-dessous de  $20^{\circ}$ , mais au moins 4 mois au-dessus de  $20^{\circ}$ .

Viennent ensuite trois zones tempérées :

La Zone à été chaud a au moins un mois au-dessus de  $20^{\circ}$ . La zone tempérée constante a tous les mois entre  $10^{\circ}$  et  $20^{\circ}$ . Dans la zone à été frais aucun mois ne dépasse  $20^{\circ}$  en moyenne, mais 4 mois au moins dépassent  $10^{\circ}$ . On voit que si l'isotherme de  $10^{\circ}$  pour le mois le plus froid coupe ou passe sur le côté équatoriale de l'isotherme de  $20^{\circ}$  pour le mois le plus chaud, la zone tempérée constante cesse et la zone à été chaud est remplacée directement par la zone à été frais. En fait la zone tempérée constante n'est représentée dans les terres basses que par quelques petites îles océaniques, mais par contre elle a une grande extension dans les régions montagneuses des tropiques. La limite nord de la zone à été frais coïncide à peu près avec la limite nord du chêne et de la culture du froment. La zone froide a un mois au moins, mais moins de 4 mois au-dessus de  $10^{\circ}$ . Sa limite nord coïncide à très peu près avec la limite des forêts. La zone polaire a tous ses mois au-dessous de  $10^{\circ}$ .

Le progrès réalisé dans cette répartition consiste en ce qu'elle tient compte des saisons. Il faut y remarquer comme ayant une valeur durable la démonstration de ce fait que la limite des forêts dépend seulement de la chaleur estivale. Quant à la valeur approximative de  $10^{\circ}$  pour le mois le plus chaud, elle se maintiendra jusqu'à ce qu'un réseau plus serré d'observations météorologiques permette de la déterminer avec plus de précision.

Köppen a démontré en outre que certaines limites de végétation qui ne sont pas parallèles aux isothermes d'été sont parallèles aux courbes de durée de la saison chaude. Du reste Grisebach<sup>1</sup> avait déjà noté que la cause climatérique

<sup>1</sup> Vegetation der Erde (1872).

de la prédominance des arbres toujours verts dans la partie la plus froide de la zone tempérée doit être attribuée à la courte durée du temps de la végétation.

Supan<sup>1</sup> entreprit le travail méritoire de construire pour l'Europe une carte avec des courbes indiquant la durée de la période de froid et la durée du temps présentant une moyenne journalière supérieure à 10° et supérieure à 20°.

Les autres limites de zones tracées par Köppen ont une moindre valeur. Il manque notamment une limite entre la zone des arbres à feuilles caduques et la zone subtropicale aux arbres toujours verts, ou, ce que revient à peu près au même, entre une seule récolte annuelle de blé et la possibilité de deux récoltes. La zone subtropicale de Köppen est très malheureusement délimitée; dans l'Amérique de l'Est et dans l'Extrême-Orient elle atteint des régions à hiver très rigoureux; ainsi elle s'avance en Extrême-Orient jusqu'au nord de Pékin.

Les zones de Köppen ont été utilisées, avec des modifications, dans la „Géographie des Plantes“ de Drude et dans son exposé des zones de végétations (Atlas de Berghaus).

Dans les dernières éditions de sa *Physische Erdkunde*, Supan a adopté la limite sud proposée par Köppen pour la zone polaire, mais il conserve l'isotherme annuelle de 20° comme limite entre la zone chaude et la zone tropicale. Il en est encore ainsi dans la quatrième édition (1908).

---

En même temps qu'on travaillait à délimiter et à définir les zones, on a fait des efforts pour les subdiviser.

Les plus importantes frontières en géographie sont des frontières de température, car il n'y a rien à faire contre le manque de chaleur. La culture avec chaleur artificielle ne

<sup>1</sup> Die mittlere Dauer der Haupt-Wärmep perioden in Europa. (Petermans Mittheil. 1887).

peut se pratiquer que pour des produits de luxe plus ou moins coûteux et elle dépend du taux plus ou moins élevé des frais de transport en provenance des régions où les plantes en question peuvent se cultiver avec la chaleur naturelle, ou encore elle dépend du fait que la population des dites régions plus chaudes n'est pas encore assez civilisée pour faire une concurrence active sur le marché. Les conditions de pluie sont d'importance secondaire, car on peut sans trop de difficulté remédier artificiellement à l'absence de pluie, et les plantes que l'on peut cultiver ainsi sont les mêmes que celles que l'on cultive dans des régions pluvieuses de la même zone de température. De même les rives de cours d'eau et autres endroits à sol humide dans les régions pauvres en pluie nourrissent des plantes et des animaux que l'on ne retrouve ailleurs que dans des régions pluvieuses de la même zone de température.

Ainsi donc les frontières de température doivent délimiter les grands domaines géographiques, les zones, tandis que les conditions de pluie servent à les subdiviser. Ainsi se constituent les individualités géographiques ou les biochores, comme les appelle Köppen, autrement dit les domaines où le climat est le même et où la végétation, la faune et l'agriculture trouvent des conditions semblables. Les principales formes de terrain apparaissent d'elles-mêmes, si elles sont assez importantes pour produire de nouvelles conditions de vie par la température plus basse des hautes terres et, en règle générale, de plus grandes quantités de pluie. Des subdivisions encore plus petites résultent de facteurs purement locaux.

C'est à Hult<sup>1</sup> que l'on doit le premier essai d'une répartition du globe en biochores. L'importance de son travail consiste en ce qu'il pose en principe que les limites des

<sup>1</sup> Jordens Klimatområden (Vetensk. Medd. af Geografiska Foreningen i Finland, 1892—1893).

climats doivent se placer là où les différences de climat produisent des différences dans la végétation.

Pour les États-Unis la répartition en biochores a été étudiée avec beaucoup de zèle pour des raisons toutes pratiques. Merriam explique<sup>1</sup> que pour savoir quelles espèces de blé et d'arbres fruitiers on peut cultiver avec profit dans une région déterminée il faut étudier l'extension des plantes sauvages et des animaux sauvages et d'après cela partager le pays en zones et en domaines plus petits où les conditions d'existence sont les mêmes et où les mêmes plantes de culture ont des chances de prospérer. On éviterait de grandes pertes par la connaissance des zones de vie.

Il partage l'Amérique en zones d'après le besoin de chaleur des plantes et il subdivise ces zones d'après le régime pluvial. A l'intérieur de chaque zone il dresse des listes de plantes cultivées.

---

Vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle on était arrivé, grâce surtout aux travaux de Hult et de Merriam, à reconnaître que la solution du problème le plus central de la géographie, savoir dans quelle mesure les ressources de l'homme dépendent du climat, devait se rechercher en étudiant la végétation.

Les limites des plantes cultivées ne peuvent s'utiliser directement, car elles dépendent du degré de civilisation de l'homme, c'est-à-dire de conditions ethnographiques, et souvent aussi du développement des moyens de transport, des douanes, etc... Il en va autrement de la végétation naturelle, et de ce que Humboldt avait appelé la *physionomie de la végétation*.

Au lieu de cela, nous avons vu apparaître dans la géographie moderne les formes vitales et les sociétés de plantes. Une série de botanistes, Griesebach, Warming,

<sup>1</sup> Life zones and crop zones (Washington 1898).

Schimper et beaucoup d'autres, ont continué le travail des anciens géographes et ils ont créé des unités qui sont beaucoup plus scientifiquement fondées<sup>1</sup>.

En 1901 Köppen publia un nouveau système dans la *Geographische Zeitschrift*; avec beaucoup de logique, il examine d'abord les frontières de végétation, puis il cherche à établir quelles sont les valeurs climatiques qui les déterminent.

Köppen adopte une répartition des plantes en groupes biologiques telle que l'avait proposée de Candolle<sup>2</sup> et il établit cinq climats d'après ces groupes.

Autour de l'équateur s'étend le domaine des mégathermes jusqu' à l'isotherme de 18° pour le mois le plus froid. Vient ensuite le domaine des mésothermes qui va jusqu' à l'isotherme de 22° pour le mois le plus chaud (dans les régions continentales) où jusqu'à l'isotherme de 6° pour le mois le plus froid (dans les régions océaniques). Puis c'est le domaine des microthermes, jusqu'à l'isotherme de 10° pour le mois le plus chaud, et enfin nous avons le domaine des hékistothermes au-delà de cette limite.

A travers ces zones s'étend le domaine des xérophytes qui, sur les côtes occidentales descend à la limite entre les domaines des mégathermes et des mésothermes, mais qui dans le continent remonte à travers le domaine des mésothermes (lequel se trouve ainsi divisé en une portion occidentale et une portion orientale), et enfin pénètre un peu dans le domaine des microthermes. Les limites du domaine des xérophytes sont déterminées par une „vraisemblance de pluie“<sup>3</sup> de 0,36 pour

<sup>1</sup> Shantz a publié un ouvrage où il pour une partie des Etats-Unis de l'Amérique designe la connexion entre les formations végétales naturelles avec les conditions de l'agriculture (*Natural vegetation as an indicator of the capabilities of land for crop production in the great plains area.* Washington 1911).

<sup>2</sup> Archives des sciences de la bibl. univ. de Genève (1874).

<sup>3</sup> Cette vraisemblance s'obtient en divisant le nombre normal de jours de pluie d'une période par le nombre de jours de cette période.

le mois le plus pluvieux. Ces domaines sont partagés en biochores par plusieurs lignes frontières, dont nous ne mentionnerons que les plus importantes.

Dans le domaine des mégathermes on distingue une région avec pluie dans toutes les saisons et une région avec temps sec. Köppen pose comme limite 3 cm. dans le mois le plus sec.

Dans le domaine des xérophytes on distingue la portion centrale, la région désertique, avec vraisemblance de pluie inférieure à 0,2 pour le mois le plus riche en pluie. Cette portion centrale est entouré par les régions de steppes, dont la vraisemblance de pluie pour le mois le plus pluvieux oscille entre 0,2 et 0,36.

Dans le domaine des mésothermes on trace une ligne fixant l'isotherme de janvier à 2°. Dans la pensée de l'auteur, cette ligne coïncide avec la frontière entre les forêts toujours vertes et les forêts à feuilles caduques. Elle se continue à travers le domaine des xérophytes et le partage également en deux.

Dans le domaine des microthermes on trace une ligne représentant 4 mois avec moyenne quotidienne supérieure à 10°. On trace encore plusieurs frontières de domaines moindres.

Considéré à un point de vue géographique, le travail de Köppen marque un très grand progrès; mais il présente aussi de graves défauts.

L'un des moins graves, c'est que l'insertion du domaine des xérophytes brise les zones, et pourtant la différence entre les déserts subtropicaux et les déserts tempérés est au moins aussi grande que l'analogie. Les plantes cultivées des oasis sont les mêmes que l'on trouve dans les régions pluvieuses de la zone de température correspondante. Enfin si nous passons aux limites du domaine des xérophytes, où il existe des steppes gramineuses avec du blé cultivé sans irrigation,

ces régions se rattachent si étroitement aux autres domaines des zones où elles se trouvent, que la réparation par une grande ligne devient tout à fait inexacte.

Le point le plus faible est la distinction entre le domaine des mésothermes et celui des microthermes, distinction qui se fait d'un côté par une isotherme d'été et d'un autre côté par une isotherme d'hiver.

Raunkiær a suivi une méthode entièrement différente de celle qu'avaient suivi tous les auteurs antérieurs. En 1905 il exposa son système connu des formes vitales<sup>1</sup> dans lequel les plantes, d'après le mode de protection des bourgeons hivernants contre la mauvaise saison, sont distinguées en phanérophytes, chamæphytes, hémikryptophytes, géophytes, hélrophytes, hydrophytes et thérophytes. Dans son étude sur les types biologiques et dans plusieurs autres écrits ultérieurs<sup>2</sup>) il a exposé en outre ses théories sur la statistique des types biologiques en tant qu'ils servent à caractériser les provinces de la géographie botanique. Raunkiær abandonne complètement la division en zones et partage la terre en domaines ou provinces présentant le même climat botanique. Ces provinces n'ont pas d'extension zonale.

Le progrès accompli est grand et évident, en ce sens que la méthode de Raunkiær donne des chiffres pour caractériser les domaines de végétation au lieu de se livrer à des évaluations approximatives.

Le procédé qui consiste à caractériser les domaines de végétation à l'aide de relations mathématiquement appréciables entre les types biologiques de la flore présente aussi un avantage essentiel sur la caractéristique par les formations végétales dominantes: c'est que les flores locales sont étudiées

<sup>1</sup> Types biologiques pour la géographie botanique (Bulletin de l'Académie des Sciences et des Lettres du Danemark, 1905).

<sup>2</sup> Planterigets Livsformer og deres Betydning for Geographien. (Copenhague 1907). Livsformernes Statistik som Grundlag for biologisk Plantegeografi. (Botanisk Tidsskrift 1908).

pour un grand nombre de régions, tandis que les renseignements sur la diffusion des formations végétales sont beaucoup plus clairsemés. Il n'existe que pour très peu de pays de bonnes descriptions des formations végétales d'un point déterminé; et pour que les formations végétales soient sûrement reconnaissables et comparables, elles ont également besoin de statistiques des types biologiques.

Dans le dernier ouvrage cité (1908), Raunkiær pose quatre types principaux de climats, savoir: le climat des phanérophytes, correspondant essentiellement au climat tropical; le climat des hémicryptophytes, comprenant essentiellement le climat subtropical avec été pluvieux et climat tempéré; le climat des thérophytes, correspondant au climat subtropical avec été sec; et enfin le climat des chamæphytes, coïncidant en gros avec le climat arctique.

Pour les domaines de ces types climatériques l'auteur donne un certain nombre de spectres biologiques, tableaux indiquant, en pour cent, le rapport entre les types biologiques de la flore, et l'on a ainsi des indications claires et nouvelles sur l'adaptation des plantes aux types climatériques différents. Mais on manque encore de „spectres“ pour divers domaines climatériques bien caractérisés par leurs formations végétales; ainsi on en manque pour les domaines climatériques tropicaux à longue saison sèche, pour les domaines de steppes dans la zone tempérée, et pour d'autres encore, de sorte qu'on ne peut pas encore voir dans quels types climatériques de Raunkiær doivent se ranger ces régions. A ce défaut rémédieront des enquêtes et la publication de flores locales. Dans le domaine arctique des chamæphytes, Raunkiær a examiné un grand nombre de flores locales et suivi les courbes que l'on peut tracer par les points présentant 10 % et 20 % de chamæphytes. Raunkiær désigne ces frontières biologiques sous le nom de biochores, par opposition à Köppen qui comprenait sous ce terme les „natürliche Lebensgebiete“.

Il est hors de doute que les climats de végétation de Raunkiær apportent à la géographie des plantes des contributions précieuses et entièrement nouvelles. Lorsque cette science nouvelle sera parvenue à comprendre de grandes portions du globe, elle sera certainement profitable aussi à l'anthropogéographie, mais elle ne pourra rendre superflue l'étude des formations végétales, qui présente à tant de points de vue une importance directe pour l'homme.

Il faut donc maintenir comme principe général de répartition pour les biochores géographiques ce que Schimper a appelé les formations climatériques, lesquelles se rapprochent beaucoup de ce que les géographes botanistes américains appellent Climaxformations.

La variété de formations végétales que l'on observe dans la plupart des pays est due en effet pour une grande part au stade de développement géologique du terrain. Quand une région a été soulevée par des forces tectoniques, les forces dénudantes travaillent à l'aplanir de nouveau, et elles ne se reposent pas avant que la région ne soit devenue une pénélaine. Les dernières falaises se sont effondrées et émiettées. Le sous-sol est partout recouvert d'une couche épaisse de détritiques. Les vagues de terrain sont basses et plates, et entre elles les cours d'eau coulent lentement, avec de nombreux méandres. Une très grande partie des inégalités du sol vont maintenant disparaître; il restera la côte, les environs immédiats des cours d'eau et le terrain faiblement ondulé. Le terrain à peu près uniforme et la faible élévation au-dessus du niveau de la mer, d'où s'ensuit une hauteur d'eau relativement forte, enfin une désapégation avancée, font que les différences de sol deviennent de moins en moins marquées. La formation végétale qui va dominer, lorsque la région sera devenue pénélaine, est la formation climatérique de la dite région.

Dans la plupart des régions la formation climatérique est

déjà dominante longtemps avant que le développement géologique soit aussi avancé. Là où elle n'est pas dominante soit par suite de conditions particulières du sol, soit par suite de l'intervention de l'homme, on arrivera généralement à la déterminer en combinant une enquête géologique et une enquête de géographie botanique.

Le climat se trouve modifié par la transformation en pénéplaine. Le terrain devient plus bas et le régime pluvial particulier qui résulte de l'inclinaison du terrain disparaît. Par „formation climatérique d'un lieu“ il faut donc comprendre la formation qui serait dominante dans une pénéplaine ayant le même climat que le lieu en question. En général il n'est pas difficile de trouver pour les différents endroits le sol qui répond à ces conditions, et la formation végétale que l'on y constate est la formation climatérique.

La récente agrogéologie a donné d'importantes contributions à la science des formations végétales climatériques. Treitz<sup>1</sup> déclare que le résultat le plus remarquable des nouvelles recherches effectuées dans ce domaine est la démonstration scientifique de ce fait que „toute province de climat a une formation de plantes caractéristique et que de toute formation végétale naturelle se dégage un type de sol uniforme“.

Ramann<sup>2</sup> passe en revue les zones de terrain climatériques et exprime cette idée que „toute formation végétale dominante se développe le plus favorablement dans des espèces de sol déterminées et change en même temps le sol dans un sens qui lui est favorable. Sous la domination d'une formation végétale se produisent et se maintiennent dans le sol des particularités qui favorisent sa capacité de concurrence vis-à-vis d'autres formations“.

Une „biochore géographique“ doit donc se définir: un

<sup>1</sup> Die Aufgaben der Agrogeologie (Földtani Közlöny 1910).

<sup>2</sup> Bodenkunde, Berlin 1911.

domaine présentant la même formation climatérique. Dans l'intérieur de la même biochore peuvent se trouver des différences climatériques, et même de très grandes différences, mais la végétation ne réagit pas contre elles de façon à constituer une autre formation climatérique.

A l'intérieur de la même biochore la formation climatérique peut se présenter avec une combinaison floristique différente. Ce peuvent être aussi des différences œcologiques qui conditionnent la scission en plusieurs sous-formations et conduisent éventuellement à partager la biochore en sections plus petites.

A la frontière entre deux biochores les conditions d'existence sont également favorables à leurs deux formations climatériques, et une lutte se livre entre elles. Mais ce domaine frontière est souvent extrêmement étroit, et des deux côtés de cette marche très mince les deux formations climatériques peuvent être entièrement prédominantes. Le plus important élément de succès pour les formations dans leur lutte, c'est leur pouvoir de modifier le sol dans un sens favorable à elles-mêmes et défavorable aux autres formations.

Comme exemple de frontière nette, dans un cas où il n'existe pas de différence de sol et où les différences climatériques ne sont pas grandes, nous citerons en Suède la limite entre le domaine des forêts à feuilles caduques dans les provinces de Scanie et de Bleking et le domaine des forêts de conifères dans la province de Småland. En beaucoup d'autres endroits les frontières sont aussi tranchées.

Il n'est pas besoin de noter qu'une formation peut se trouver comme formation édaphique bien loin des limites où elle est climatérique, et il est encore moins nécessaire de dire que des espèces de plantes qui constituent les éléments essentiels d'une formation peuvent se présenter comme éléments secondaires d'autres formations bien loin du domaine de la première.

Comme il peut se trouver dans la même biochore de grandes différences climatériques contre lesquelles ne réagit pas la formation climatérique, tandis que de petites différences de climat aux frontières des biochores donnent la prédominance à une autre formation, il est intéressant de déterminer quelles sont les valeurs climatériques qui conditionnent les limites. Köppen a désigné ces valeurs sous le nom de „Schwellenwerthe“.

---

Je me suis occupé pendant plusieurs années de la répartition des zones et des biochores, et, bien que pour de nombreuses régions les recherches effectuées dans la nature soient insuffisantes pour mieux préciser les types et pour déterminer avec plus d'exactitude que précédemment les valeurs climatériques de ces types, il existe cependant plusieurs endroits où l'on peut tracer des frontières plus sûres. Il me paraît donc intéressant d'exposer l'état actuel de ces recherches.

Je dirai d'abord en quelques mots comment peuvent s'exprimer les valeurs climatériques qui déterminent les frontières des biochores.

C'est un fait général que beaucoup de frontières de végétation ont dans leur parcours une certaine ressemblance avec des courbes de température par exemple avec des isothermes. Mais très souvent elles se présentent de telle sorte que là où la courbe de température est unie, c'est-à-dire là où la moyenne annuelle et la moyenne hivernale sont relativement élevées, elle coïncide avec une valeur plus basse de la moyenne estivale que dans les cas où la courbe de température est inégale et où les moyennes de l'année et de l'hiver sont plus faibles.

On voit ainsi qu'un été frais peut se compenser par une moyenne annuelle plus élevée ou par une température plus haute du printemps et de l'automne, tandis qu'une moyenne

annuelle basse ou des printemps et des automnes froids peuvent se compenser par un été chaud.

Une telle frontière de végétation ne dépend donc pas de la chaleur moyenne d'un seul mois mais d'une période de végétation de plusieurs mois qui réclame une certaine chaleur. En examinant les températures moyennes le long d'une frontière de végétation, on constate que si les points s'ordonnent par exemple suivant une température moyenne croissante pour le mois le plus froid, les températures moyennes pour le mois le plus chaud formeront une série de valeurs décroissantes, mais que ces valeurs décroîtront selon une progression différente que celle suivant laquelle s'élèvent les valeurs du mois le plus froid. Comme il existe une relation de dépendance entre les températures moyennes du mois le plus froid et du mois le plus chaud, cette relation peut s'exprimer par une équation qui doit se trouver réaliser le long de la frontière en question. Si l'on désigne par  $v$  et  $k$  les températures moyennes du mois le plus chaud et du mois le plus froid, on aura :

$$v = f(k).$$

La fonction  $f(k)$  peut s'exprimer par une série se développant suivant les puissances croissantes de la température pour le mois le plus froid. Avec le degré d'exactitude que l'on peut demander ici, il suffira le plus souvent de donner la première puissance, de telle sorte que l'équation prendra la forme suivante :

$$v = a + bk.$$

Il faut donc déterminer les constantes  $a$  et  $b$ .

L'utilité de cette méthode est subordonnée à la question de savoir dans quelle mesure on peut considérer la température moyenne du mois le plus chaud et du mois le plus froid comme exprimant la marche annuelle de la température. Le long d'une frontière de végétation déterminée par la température on ne pourra guère trouver ensemble une température

tropicale et une température tempérée; mais même si la limite de végétation se tient dans un domaine où le même type général de température est dominant, il y aura un assez grand nombre de différences secondaires. Ainsi il existe dans la zone tempérée des régions où le mois d'avril est plus chaud qu'octobre, bien qu'il arrive beaucoup plus fréquemment qu'avril soit plus froid qu'octobre. En outre dans certaines régions le chiffre moyen de la température pour le mois le plus froid et le mois le plus chaud est inférieur à la moyenne annuelle, tandis qu'il lui est supérieur dans d'autres régions.

Il s'agit donc de savoir si les fautes introduites en considérant les températures moyennes de mois le plus froid et du mois le plus chaud comme l'expression de la température de l'année et en écartant les plus hautes puissances de  $k$ , sont assez grandes pour sortir des limites des fautes inévitables qui résultent du manque de très longues séries d'observations, de la réduction de courtes séries d'observations à des séries de longues périodes, du choix des points d'observations et de la disposition des instruments en ces points, etc.

Nous prendrons comme exemple la détermination de l'équation pour la limite septentrionale du froment. On choisit, aussi rapprochés que possible de cette limite, des points aussi nombreux que possible où il existe des observations de température provenant de nombreuses années ou des observations qui ont été ramenées à de longues périodes. Dans le tableau ci-dessous, les deux premières colonnes donnent la température moyenne du mois le plus froid et du mois le plus chaud dans les diverses stations. Les deux colonnes suivantes donnent les différences entre les valeurs obtenues pour les diverses stations et celle obtenue pour Skourie en Ecosse.

Les troisième et quatrième colonnes nous donnent les différences moyennes de  $-264,8:15$  pour le mois le plus froid et de  $74,7:15$  pour le mois le plus chaud.

	<i>k</i>	<i>v</i>	<i>Dk</i>	<i>Dv</i>	<i>a</i>
Skourie . . . . .	3,8	13,4	—	—	14,5
Tongue . . . . .	3,2	13,3	— 0,6	— 0,1	14,2
Falun . . . . .	— 6,0	16,2	— 9,8	2,8	14,5
Gefle . . . . .	— 4,7	15,9	— 8,5	2,5	14,6
Wöro . . . . .	— 9,0	17,5	— 12,8	4,1	15,0
Sordavala . . . . .	— 10,6	17,7	— 14,4	4,3	14,7
Kuopio . . . . .	— 10,6	17,8	— 14,4	4,4	14,8
Bjelosersk . . . . .	— 12,5	17,9	— 16,3	4,5	14,4
Veliki Ustjug . . . . .	— 15,2	18,8	— 19,0	5,4	14,5
Slobodskoi . . . . .	— 14,7	18,6	— 18,5	5,2	14,5
Perm . . . . .	— 16,3	19,0	— 20,1	5,6	14,4
Tjumen . . . . .	— 18,2	19,1	— 22,0	5,7	14,0
Omsk . . . . .	— 20,5	19,7	— 24,3	6,3	14,0
Minussinsk . . . . .	— 21,2	20,8	— 25,0	7,4	14,9
Selenginsk . . . . .	— 26,0	21,8	— 29,8	8,4	14,5
Blagsveschtschensk	— 25,5	21,4	— 29,3	8,0	14,3

Le rapport entre ces différences est la constante *b* de l'équation. Celle-ci prend donc la valeur de  $-0,28$ . Si l'on introduit cette valeur dans l'équation  $v = a + bk$ , on obtient les valeurs de *a* qui sont données dans la cinquième colonne. Celle-ci présente la valeur moyenne de 14,5, qui est donc la valeur de la constante *a* dans l'équation. La différence entre les valeurs observées de *v* et celles calculées par l'équation ne dépasse pas  $\pm 0,5$ .

Sur la côte ouest de la Norvège la différence de température est trop grande entre les stations du littoral et celles de l'intérieur des fjords pour qu'on ait pu les utiliser pour calculer les constantes de l'équation. La courbe correspondant à l'équation court juste en deçà des récifs littoraux extrêmes, de sorte que les stations de fjords, jusqu'en un point situé un peu au nord du 60° degré de latitude, se trouvent à l'intérieur de la frontière, ce qui répond à l'état de choses réel.

Sur la côte de l'île de Sakhalin, Kusunai, qui compte — 13,8 et 19,1 de moyennes pour le mois le plus froid et le mois le plus chaud, se trouve un peu au sud de la limite du froment.

Le limite de température est exprimée d'une façon plus frappante par des courbes représentant le nombre de jours avec moyenne quotidienne supérieure à une température donnée, — courbes que Köppen a été le premier à employer.

Le fait que ces courbes peuvent donner un résultat satisfaisant est dû aux variations de température. Celles-ci, comme l'a démontré Hult<sup>1</sup>, agissent de la manière suivante. Pour une température inférieure au minimum exigé par tel ou tel processus physiologique, les variations de température font que pour un temps plus ou moins long la température s'élève au-dessus de ce minimum. La température variable a donc plus de valeur que la température moyenne. Pour des températures plus élevées, les variations ont pour effet que le température s'élève souvent au-dessus de „l'optimum“. Les variations diminuent ici la valeur. Enfin des températures élevées amènent souvent une forte évaporation qui réduit divers processus vitaux. Donc le nombre de jours supérieurs à une certaine limite de température fournit des valeurs utilisables pour la comparaison, quand les courbes annuelles de température n'ont pas une forme trop différente. Les valeurs obtenues par cette méthode indiquent très clairement quel est le facteur climatérique qui est le facteur déterminant pour la frontière de végétation, c'est-à-dire qui a la même valeur le long de la dite frontière. Mais pour que la méthode puisse donner des valeurs utilisables, il est nécessaire que la marche annuelle de la température dans les divers points ne soit pas trop différente; et la méthode n'a plus d'efficacité lorsque la différence entre les tempéra-

<sup>1</sup> Recherches sur les phénomènes périodiques des plantes, (Upsal 1881).

tures des saisons devient très faible. L'équation donnée par moi est moins frappante, mais on constate qu'elle peut sans grandes erreurs s'appliquer à une marche de température très différente de celle pour laquelle elle est calculée. Elle peut sans grandes inexactitudes s'étendre à des cas où la différence disparaît entre les saisons.

Ces méthodes ne nous donnent évidemment pas une connaissance théorique des besoins de chaleur des plantes, car la vie de la plante se compose de processus multiples ayant chacun son minimum, son optimum et son maximum. On détermine simplement d'une manière tout empirique quelles sont les conditions de chaleur qui imposent une limite à l'aptitude vitale de certaines sociétés végétales naturelles et à la possibilité de cultiver avec profit certaines plantes domestiques; on voit aussi quelles sont les conditions de température des saisons qui jouent un rôle décisif.

La limite sud de la zone polaire doit se placer provisoirement à la limite des forêts. Pohle a montré<sup>1</sup> que dans le Nord de la Russie s'étendent des bandes de forêts un peu au nord du domaine où la forêt est la formation dominante. Ces bandes de forêts se rencontrent sur des pentes de vallées où l'écoulement des eaux est facile, tandis que les espaces plats sont occupés par des tourbières. Mais la limite des forêts en tant que formation climatérique est entièrement inconnue.

On peut limiter la zone polaire par l'isotherme de 10° pour le mois le plus chaud. Une courbe avec l'équation  $V = 9, 5 - \frac{1}{30} k$  donne peut-être un meilleur résultat; mais d'une part la limite des forêts n'est pas exactement tracée sur les cartes, et d'autre part nous avons bien peu de bonnes observations faites sur les régions intéressées. Si l'on prend pour base la courbe donnée ici, la côte sud et sud-ouest de

<sup>1</sup> Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet. (Acta Horti Petropolitani XXI).

l'Islande depuis la région située au sud-est du Vatnajökul jusqu'au nord de Stykkisholm, appartiendra à la zone tempérée, tandis que la côte du nord et du nord-est rentrera dans la zone polaire. Les parties basses de l'intérieur de l'Islande et le fond des fjords qui partant de la côte nord et est pénètrent le plus profondément dans l'île, appartiennent également à la zone tempérée. Cela concorde avec la diffusion des bosquets de bouleaux en Islande et avec la végétation des algues le long des côtes<sup>1</sup>. A la pointe sud du Groenland toutes les stations côtières rentrent dans la zone arctique, tandis que l'intérieur des fjords les plus méridionaux, où l'on sait que l'été est un peu plus chaud que sur la côte, fait partie de la zone tempérée: ceci concorde avec la présence en ces endroits de bosquets de bouleaux. En revanche la limite entre les deux zones coïncide en Sibérie avec une moyenne de juillet un peu supérieure à 10°, — ce qui s'accorde avec l'état de choses réel. Dans l'hémisphère sud, une partie des îles subantarctiques rentrent dans les limites de la zone tempérée. Sur certaines d'entre elles se trouvent des halliers, tandis que d'autres en sont dépourvues, sans doute à cause de la violence des vents, comme cela a lieu aussi sur beaucoup de côtes tempérées.

Gunnar Andersson<sup>2</sup> a proposé une division en sous-zone haute-arctique et sous-zone basse-arctique, séparées par l'isotherme de 6° pour le mois le plus chaud. La zone haute-arctique manque presque entièrement de sociétés végétales, tandis que la zone basse-arctique est caractérisée par des bruyères et des tourbières arctiques.

La frontière pourrait se placer plutôt à l'isotherme de 5°. La courbe de 20 % de chamæphytes tracée par Raunkiær ne diffère pas beaucoup de cette frontière. La même division

<sup>1</sup> Jonsson: Om Algevegetationen ved Islands Kyster (Botanisk Tidsskrift 1910).

<sup>2</sup> Zur Pflanzengeographie der Arktis. (Geogr. Zeitschrift 1902).

s'applique aussi à la zone polaire antarctique. Si l'on pose 5° comme frontière, la Géorgie du Sud et les îles de Kerguelen se placent dans la zone basse-antarctique. Les îles de Kerguelen ont une végétation de toundras qui rappelle beaucoup celle de la zone arctique, bien que le mois le plus froid ait une température moyenne supérieure à 0° et que par conséquent la glace de fond fasse complètement défaut. Aux latitudes élevées de l'hémisphère sud apparaît une nouvelle sous-zone qui manque entièrement aux terres basses des régions polaires du nord, c'est-à-dire un domaine où le mois le plus chaud a une température moyenne inférieure à 0°. A 0° pour le mois le plus chaud apparaît à peu près, — autant qu'il est possible de l'affirmer jusqu'ici, — la limite sud de l'existence de phanérogames. La zone polaire est dépourvue d'agriculture. Dans la zone basse-arctique on pratique l'élevage du renne.

La zone tempérée a sa frontière équatoriale, où cesse le repos hivernal régulier des plantes. Nous reparlerons plus tard de cette frontière. La zone tempérée se divise en deux sous-zones: celle des forêts de conifères et celle des arbres à feuilles caduques. Contrairement à Köppen, j'ai placé la limite sud des forêts de conifères à peu près à la courbe correspondant à 4,5 mois au-dessus de 10°. Comme beaucoup d'autres auteurs qui ont traité de la géographie des plantes, Köppen a compté la limite nord du chêne comme la limite entre la zone des conifères et celle des arbres à feuilles, tandis que je me suis guidé d'après la prédominance des forêts de conifères sur celles d'arbres à feuilles caduques, là où des circonstances locales ou l'intervention humaine n'ont pas favorisé les conifères. J'ai publié ma frontière en 1904 sur une carte faisant partie d'un livre scolaire. Je connaissais par mon expérience personnelle le tracé approximatif de cette frontière pour la Suède; en fait elle est facile à constater. On peut la suivre à travers la Russie avec l'aide de livres russes.

A d'autres endroits elle est à peu près inconnue. Hesselmann<sup>1</sup> a publié en 1906 une carte de Suède où il choisit la frontière d'après le même principe que moi. Cette carte la fait maintenant connaître avec précision. L'équation pour la frontière sud de la zone des conifères est la suivante:  $v = 16,2 - 0,3k$ . L'été bref de cette zone favorise les arbres toujours verts, résistants à la gelée (Grisebach), et favorise aussi les formations de tourbe sec et de tourbières, lesquelles prennent ici une extension bien supérieure à celle qu'elles avaient dans la zone des arbres à feuilles, les conditions du sol étant égales.

On peut partager cette zone des conifères en trois sections; la plus septentrionale est située au nord de la frontière des céréales dont l'équation est  $v = 10,4 - 0,2k$ , ou est déterminée par 3 mois supérieurs à 8°. D'après cette équation la côte sud de l'Islande se trouve à l'intérieur de la limite des céréales, tandis que l'Islande occidentale est au nord de cette limite. Il reste toujours quelque chose d'arbitraire dans la façon de déterminer la région où la culture des céréales est possible, car la zone où elle est praticable dans les bonnes années mais en général incertaine, peut être assez large et elle l'est particulièrement dans les régions océaniques où l'été normal est frais. Cependant il paraît conforme à la réalité de compter l'Islande du Sud dans le domaine où la culture des céréales est possible. Dans les Andes équatoriales, où la différence entre les saisons est tout à fait minimale, la limite des céréales coïncide avec une altitude de 3400 m. au-dessus du niveau de la mer. Dans cette altitude la température moyenne annuelle est ca. 9°. L'équation de la frontière des céréales donne 8,7°, ou la différence entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid disparaît.

Des équations données pour la limite des bois et pour la

<sup>1</sup> Svenska skogar og skogssamhållen (Skogsvårdsföreningens Folkskrifter, 1906).

limite des céréales il résulte que ces limites sont très voisines l'une de l'autre là où l'hiver est doux, mais s'écartent beaucoup dans les points où il est rigoureux. Elles coïncident là où le mois le plus froid présente une chaleur moyenne de  $5,4^{\circ}$  tandis que le mois le plus chaud a une moyenne de  $9,3^{\circ}$ . Même si l'on ne peut attribuer à ces chiffres une très grande exactitude, ils ont cependant de la valeur en ce sens qu'ils rendent compte d'un phénomène connu depuis longtemps mais non expliqué. La distance différente entre les deux limites dans les régions océaniques et dans les régions continentales est due à cette circonstance que la limite des forêts est déterminée par une courte période de végétation et la limite des céréales par une période sensiblement plus longue.

La seconde section va de la limite des céréales à celle du chêne et à celle du froment, lesquelles coïncident toutes deux à peu près avec la courbe de 4 mois supérieurs à  $10^{\circ}$  ou avec une courbe caractérisée par l'équation  $v = 14,5 - 0,28k$ . On a suivi cette frontière à travers l'Europe et la Sibérie. Elle est difficile à suivre dans le Canada par suite du manque de renseignements. Les deux frontières nord pour le trémois (froment d'été) et pour la culture des céréales en général (orge) sont à peu près parallèles, ce qui de marque dans leurs équations parce que les valeurs de la constante  $b$  sont à peu près égales pour toutes deux. Dans la zone comprise entre la limite des céréales et la limite du froment, la culture des blés est encore bien incertaine et souffre souvent de la gelée précoce et même de la gelée en plein été. Dans la section sud de la zone des conifères, au sud de la limite du froment, l'agriculture trouve de bonnes conditions, bien qu'elle puisse souffrir parfois des gelées précoces. Dans les endroits où les eaux trouvent un écoulement facile poussent souvent des bois d'arbres à feuilles caduques de mêmes espèces que dans la zone spéciale des arbres à feuilles; mais les terrains

plats sont beaucoup plus exposés que dans la zone des feuilles à ce que le sol y devienne acide et forme de tourbe sec : en ces endroits dominent les conifères et les bouleaux. Dans l'hémisphère sud, la zone antarctique des hêtres forme, comme je l'ai déjà dit dans l'„*Écologie*“ de Warming, un parallèle parfait à la zone des conifères.

Tandis que la zone des conifères forme un cercle complet tout autour du globe, la zone des arbres à feuilles est brisée à l'intérieur du continent par des régions de steppes et de déserts, où cependant il peut exister le long des cours d'eau et en d'autres endroits favorables des bois et des bosquets d'arbres et d'arbustes à feuilles caduques.

Les steppes sont dus à la décroissance de la quantité de pluie tombée. L'action utile des pluies pour les plantes est de nature très complexe. Il semble toujours que la meilleure méthode consiste à exprimer cette action en chiffres par les „vraisemblances de pluie“, comme le proposait Köppen. Mais une difficulté réside toujours dans l'absence de renseignements précis sur le nombre des jours pluvieux dans beaucoup de pays.

Dans les steppes de la région tempérée je distingue les steppes gramineuses, les steppes d'arbustes et les déserts. Cette division a été introduite dans l'„*Écologie*“ de Warming. Köppen place la limite des steppes gramineuses et du domaine des forêts à l'endroit où la vraisemblance de pluie est descendue à 0,36 pour le mois le plus pluvieux. Mais la carte de Köppen nous montre que ce chiffre est trop faible, car d'après cette évaluation les terres basses de la Hongrie et de la Roumanie rentrent dans le domaine des forêts.

Conformément à la nature des choses, la frontière entre steppe et forêt est très flottante, en ce sens que dans la région-limite la forêt alterne avec le steppe pour des causes édaphiques. Partout où il existe des facteurs qui rendent la terre sèche physiquement ou physiologiquement le steppe

régne; et lorsque d'autres causes agissent en sens inverse la forêt se développe. Des bois peuvent se présenter dans tout le domaine des steppes herbeux. J'ai déjà donné un aperçu des conditions édaphiques qui favorisent le steppe<sup>1</sup>. La plus importante de ces causes est naturellement la sécheresse physique du sol, laquelle a sa cause dans le manque de pluie. Comme dans ces régions la pluie tombe surtout pendant quelques jours sous forme de violentes averses, une grande partie de l'eau de pluie s'écoule superficiellement sans pénétrer dans le sol. Ce fait se produit principalement sur des terres présentant une grande capacité d'eau, c'est-à-dire sur un sol argileux, tandis que l'eau pénètre beaucoup plus facilement dans le sable. L'argile est donc beaucoup plus défavorable que le sable à la croissance des forêts. Le facteur important qu'il faut considérer ensuite est l'accumulation de sels solubles dans le sol, car ils empêchent l'absorption de l'eau par les plantes et rendent la terre physiologiquement sèche. Là où le terrain est en pente et où l'eau de pluie peut enlever en partie les sels, le sol est favorable à la croissance des arbres. Dans les creux de terrain où l'eau se rassemble et s'évapore, le sol est souvent saturé de sels, et alors régnent le steppe salé où l'on rencontre souvent en grande quantité des chénopodiacées succulentes.

On trouve donc dans le domaine des steppes les forêts le long des fleuves dans leur zone d'inondation, ou en d'autres endroits où l'eau existe dans le sol, par exemple dans les terrasses des rivières, ou encore dans les parties montagneuses qui émergent au-dessus du steppe. Enfin on trouve des bois en pleine steppe sur de petites élévations de terrain où l'enlèvement du sel par les eaux est plus complet que sur les étendues planes. Il n'y a presque pas de bois de conifères dans les régions de steppes. Les forêts d'arbres à feuilles caduques semblent y être plus ouvertes que dans la région

<sup>1</sup> Vegetationen i Dobrogea (Geografisk Tidsskrift, 1907—1908).

des forêts. Une étude plus précise de la végétation qui se trouve à fond des forêts du domaine des steppes contribuerait certainement à déterminer la limite des steppes avec plus de sûreté qu'il n'est possible actuellement.

Dans la région frontière entre les steppes et les forêts, des étendues souvent très vastes sont couvertes de buissons bas. D'après Adamovic, ces buissons portent le nom de Sibljak. Plus avant dans les steppes, ils couvrent des espaces moins grands. Ils se composent souvent de diverses espèces de chênes avec des arbustes qui ne se trouvent jamais dans la région des bois, et souvent aussi de ces arbustes seuls. Ces halliers sont naturels, et ce qui le prouve, c'est que des arbustes très vieux sont desséchés au sommet. Dans des années particulièrement sèches, des parties plus ou moins grandes de ces bosquets, peuvent faner jusqu' à la surface de la terre, et il se produit alors une régénération par des rejets provenant des parties inférieures survivantes. En Serbie, en Roumanie et dans le Nord-Ouest de l'Asie Mineure j'ai observé de vastes fourrés de ce genre.

Dans la mesure où j'ai pu déterminer la frontière entre le domaine des steppes et celui des bois, il me paraît que cette frontière dépend de la présence ou de l'absence d'une période suffisamment pluvieuse d'environ quatre mois. La période la plus riche en pluie peut se déterminer en détachant la série des quatre mois qui fournissent ensemble le plus grand nombre de jours de pluie. Mais il ne faut pas comprendre dans ce calcul les mois d'hiver ni les premiers mois du printemps; il ne faut pas tenir compte tout au moins des mois dont la chaleur moyenne est inférieure à 5°. La frontière des steppes coïncide dès lors à peu près avec la courbe qui indique une vraisemblance moyenne de pluies de 0,35 pour les quatre mois de la période pluvieuse. Dans les steppes gramineuses, la culture des céréales réussit sans irrigation artificiel. L'espèce principale de céréales est le froment.

En deux points, savoir au Canada et dans la Sibérie occidentale, les steppes s'avancent un peu dans la zone qui, d'après les conditions de température, devrait appartenir à la portion méridionale de la zone des conifères. Dans les forêts de steppes de ces régions les conifères sont rares et les espaces boisés se composent des arbres à feuilles qui dans les régions de forêts poussent dans les endroits où la terre n'est pas acide.

Les meilleures steppes appartiennent aux régions cultivées le plus anciennement.

Gradmann<sup>1</sup> fait observer que l'abondance des tumulus coïncide avec des sociétés de plantes de steppes. Ces plantes ne sauraient avoir émigré là après le déboisement, car elles évitent les routes et les endroits cultivés et elles ont dû souffrir au moins autant que les plantes de forêts. On doit tenir pour certain que les espaces ont été primitivement sinon des steppes typiques, du moins des „sibljak“, et qu'en tous cas ils étaient dépourvus de forêts. Gradmann admet que la steppe a été préféré par les agriculteurs primitifs parce qu'il était d'accès plus facile et n'exigeait pas l'abattage des arbres. Naturellement la question reste encore ouverte, et la solution en dépendra d'une étude spéciale entreprise sur les tumulus et sur la présence des plantes de steppes. Cette étude a été faite pour le Wurtemberg, et elle a montré que la frontière des anciens emplacements habités s'écarte au plus de 7 km. de la frontière que l'on peut, d'après la végétation, assigner aux anciens espaces de steppes.

Les steppes de buissons et les déserts ont pour la période la plus pluvieuse pendant trois mois une vraisemblance de pluie inférieure à 0,24. L'agriculture est celle des oasis ou consiste dans l'élevage des moutons (nomadisme).

A travers la zone des forêts à feuilles et les domaines de

<sup>1</sup> Beziehungen zwischen Pflanzengeographie und Siedlungsgeschichte. (Geogr. Zeitschr. 1906).

steppes on peut tracer une ligne frontière importante, savoir celle de la culture du maïs, et les frontières voisines de celle-là, qui sont celles du vin et du mûrier.

La culture du maïs est impossible sans irrigation dans les portions médiocrement pluvieuses des steppes gramineuses, car la période de végétation du maïs est très longue. Mais dans les bonnes régions de steppes gramineuses, par exemple en Hongrie, en Roumanie et dans certaines parties des prairies de l'Amérique du Nord, la culture du maïs est importante.

Dans les régions de la zone des forêts à feuilles où il n'y a pas de gelées rigoureuses la frontière du châtaigner suit à peu près la même ligne. La limite de cette portion plus riche de la zone des forêts à feuilles peut se représenter par une courbe que détermine l'équation  $v = 18,7 - 0,3 k$ , soit 4,8 mois au-dessus de  $12^\circ$ .

Sur les côtes où le vent a une grande force, il constitue un facteur climatérique hostile aux forêts. C'est là un fait que l'on retrouve dans toutes les zones de végétation, mais il atteint sa plus grande extension dans la zone tempérée, où la valeur moyenne de la force du vent est la plus grande. Dans les régions côtières de la zone des forêts de feuilles en Europe la bruyère se manifeste comme une formation climatérique. L'emploi de la tourbe de bruyère dans la confection des tumulus prouve que la bruyère est primitive dans ces régions, même si le déboisement lui a donné une étendue supérieure à celle qui lui revient naturellement. Dans les régions où la bruyère est la formation climatérique, le Podsol est le type de sol le plus répandu, comme dans la zone des conifères, tandis que la terre brune est le sol des forêts à feuilles.

La ligne frontière entre les régions que j'ai réunies dans la zone tempérée et la zone subtropicale se trouve chez Köppen à l'état de fragments de diverses frontières. Dans le type de climat continental il place cette frontière à  $2^\circ$  pour le mois le plus froid et à  $6^\circ$  dans le climat océanique. La vérité est

qu'elle se trouve dans l'Asie orientale à 2°, dans la portion orientale du domaine méditerranéen à 4°—5°, sur les côtes de l'Atlantique à 7°, en Amérique à 10° pour le mois le plus froid.

Les limites des formations végétales doivent comme toutes les autres frontières physiologiques être déterminées par la condition vitale existante à son minimum. Une formation végétale exige peut-être une certaine quantité de pluie, un certain temps de végétation avec des températures supérieures à une certaine limite, elle ne supporte peut-être pas certaines températures minima, etc. etc.

Si l'une de ces conditions vitales descend au-dessous du minimum qu'exige la formation végétale, c'est cette condition vitale qui détermine la frontière. Peu importe que les autres conditions soient présentes, fût-ce en grande abondance.

On connaît maintenant beaucoup de frontières de végétation qui pour une portion sont déterminées par un facteur climatérique et pour une autre portion par un autre, savoir lorsque deux conditions climatériques différentes doivent être satisfaites. Ainsi la frontière du hêtre est déterminée dans les régions à hiver doux par le besoin d'une certaine chaleur estivale; mais plus vers l'Est la frontière fait un coude parce qu'elle est déterminée ici par l'impossibilité où se trouve le hêtre de supporter les fortes gelées. Par contre il est impossible qu'une frontière de végétation soit sur une partie de son parcours déterminée par une valeur et sur une autre partie par une autre valeur pour le même facteur climatérique. Beaucoup de facteurs climatériques peuvent avoir le long d'une frontière de végétation des valeurs extrêmement différentes, sauf le facteur qui sur une portion de la frontière détermine celle-ci. Même si les valeurs climatériques qui déterminent une frontière de végétation ne sont que des approximations grossières, ils doivent satisfaire à la condition que nous indiquons.

En Amérique la valeur-frontière élevée est due aux valeurs extraordinairement basse des extrêmes de température inférieurs. Dans les autres régions on n'observe aucune relation avec les extrêmes de température. Ici en effet les minima moyens de l'hiver ne tombent jamais au-dessous de  $-10^{\circ}$ . C'est pourquoi ce sont d'autres facteurs qui déterminent la frontière.

La basse valeur-frontière pour le mois le plus froid dans les régions continentales où la courbe de température est escarpée et la valeur-frontière plus élevée pour le même mois dans les régions océaniques où la courbe est plate, montrent que la frontière ne dépend pas de la température d'un seul mois mais de la longueur de l'hiver. La courbe pour 4 mois avec température quotidienne inférieure à  $8^{\circ}$  convient bien si l'on excepte l'Amérique. Cette ligne frontière coïncide presque avec une courbe déterminée par l'équation  $v = 34,3 - \frac{1}{3} k$ . Le fait que le coefficient  $b$  est plus grand que 1 montre que c'est l'hiver qui a un rôle décisif.

Ce ne sont donc pas les extrêmes d'hiver qui établissent la limite de la végétation subtropicale toujours vertes c'est la longueur de l'hiver qui, agissant comme la sécheresse physiologique, crée des interruptions de végétation trop nombreuses et trop longues. On a aussi reconnu depuis longtemps que les arbres toujours verts des régions méditerranéennes et est-asiatiques peuvent pousser très au nord de leurs frontières naturelles, avec cette seule particularité qu'ils n'arrivent pas à produire des fruits mûrs. On connaît l'olivier en Crimée. Dans les États-Unis seulement, les extrêmes de température sont si bas qu'ils déterminent la frontière. Ici les arbres toujours verts peuvent avoir des fruits mûrs au nord de leur frontière naturelle, mais ils sont détruits par la gelée dans les hivers particulièrement froids.

Là où l'humidité naturelle ou artificielle existe en quantité suffisante, la zone subtropicale permet en général deux récoltes. Mais on ne peut employer comme récolte d'hiver

que des espèces de céréales n'exigeant pas beaucoup de chaleur. La frontière des deux récoltes annuelles coïncide avec des températures un peu plus élevées que la frontière indiquant une prédominance d'arbres et arbustes toujours verts.

La zone subtropicale se divise en trois sections qui n'ont pas un parcours zonal: domaines des pluies d'hiver, domaines avec pluies pendant toute l'année ou avec maximum caractérisé en été, et domaines secs.

Les domaines des pluies d'hiver sont, à vrai dire, caractérisés moins par leur hiver pluvieux que par leur été sec. Comme frontière entre ces domaines et ceux à pluies annuelles, Köppen a posé une vraisemblance de pluie de 0,20 pour le mois le plus pauvre en pluie. Avec les renseignements dont nous disposons, cette frontière ne saurait être mieux déterminée.

Le domaine des pluies d'hiver se divise en deux sous-sections: domaines des forêts de sclérophylles et domaines des maquis, les premiers ayant une période de sécheresse plus courte que les seconds.

Les arbres les plus importants des forêts de sclérophylles sont, dans le domaine méditerranéen: *Laurus nobilis*, *Quercus suber*, *Quercus ilex* et autres espèces de chênes ainsi que *Pinus pinea* et plusieurs espèces de pins. Dans cette dernière catégorie de forêts nous retrouvons le même type biologique que celui qui domine dans la zone des conifères. Cependant le pin diffère des conifères scandinaves en ce qu'il ne peut supporter une forte gelée et qu'il exige une période de végétation plus longue et plus chaude. Dans tous les types biologiques nous rencontrons des espèces qui sont différentes par des particularités internes comme: besoin de chaleur, besoin d'une longue période de végétation, résistance à la gelée, mais qui sont protégées de la même manière contre un autre inconvénient commun, — et dans ce cas contre une

évaporation trop forte. Les conifères de la Scandinavie ont à lutter contre des difficultés pendant l'hiver, où ils restent verts et ne peuvent soutirer de l'eau à la terre gelée. Les conifères du Sud souffrent du même besoin pendant l'été pauvre en pluie.

La quantité de pluie et la répartition des pluies que les forêts de sclérophylles réclament pour prospérer dans un sol médiocrement favorisé par les conditions édaphiques, ne peuvent se déterminer pour le domaine méditerranéen, en partie parce que le sol a beaucoup souffert du déboisement et de la transformation consécutive en pâturage pour chèvres et moutons, en partie parce que nous n'avons pas de renseignements suffisants sur le nombre des jours de pluie. Trabut<sup>1</sup> nous dit qu'en Algérie la forêt de sclérophylles est abondante là où la quantité annuelle de pluie dépasse 60 cm. Dans d'autres régions du domaine méditerranéen, où la répartition de la pluie d'après les saisons n'est pas tout à fait la même que sur les côtes de l'Algérie, on ne peut s'attendre à ce que la moyenne annuelle de pluie exigée par la forêt des sclérophylles soit aussi la même.

Lorsque l'humidité est trop faible pour la forêt des sclérophyllés, celle-ci descend graduellement au maquis. Le passage de l'une à l'autre formation est uni et sans frontière nettement marquée. D'abord disparaissent certaines des espèces d'arbres les plus exigeantes, par exemple le chêne-liège, et aussi les quelques espèces à feuilles caduques, par exemple le châtaigner, des espèces de *Populus*, *Fraxinus*, etc., qui entrent comme des éléments secondaires dans la forêt des sclérophylles (mais, d'après Trabut, seulement lorsque la quantité annuelle de pluie dépasse 80 cm.). Une partie des autres espèces d'arbres se trouvent encore dans le meilleur maquis, mais à l'état d'arbustes, et un certain nombre

<sup>1</sup> Association française pour l'avancement des sciences. (Congrès d'Oran, 1888).

d'espèces nouvelles apparaissent. Dans des conditions un peu plus défavorables, toutes les espèces spéciales aux forêts disparaissent et les arbustes du maquis régissent sans partage.

Dans les domaines du maquis on trouve encore la forêt de sclérophylles dans des crevasses humides ou le long des cours d'eau. On constate un peu partout dans le domaine méditerranéen l'existence sur les collines d'un maquis bas, lequel fait place dans les vallées à une forêt fort haute. Dans les domaines du maquis on peut sans irrigation cultiver le froment comme récolte d'hiver. La vigne peut également se cultiver sans arrosage, mais seulement dans de bonnes conditions édaphiques. L'olivier et le figuier se cultivent aussi sans arrosage. Là où l'on organise un système d'irrigation, on cultive l'oranger et d'autres arbres fruitiers, et sous ces arbres la vigne, le maïs et des légumes, ces derniers fournissant plusieurs récoltes annuelles.

Dans le domaine des forêts de sclérophylles on peut cultiver sans arrosage plusieurs plantes domestiques qui exigent l'arrosage dans le domaine du maquis.

La limite nord du domaine des pluies d'hiver, dans les pays méditerranéens, se trouve un peu plus au sud que la frontière qui d'après l'équation est assignée à la zone subtropicale. Mais la distance entre les deux lignes est très faible dans la plus grande partie du domaine méditerranéen. Dans l'intervalle qui les sépare on trouve des forêts d'arbres à feuilles caduques de la zone tempérée mélangés à certaines espèces de la forêt des sclérophylles, par exemple *Quercus ilex* et *Pinus pinaster*, et à certains arbustes toujours verts formant sous-bois. On peut rencontrer le maquis sur des collines sèches. A cette zone de transition appartiennent la pointe méridionale de la Crimée, la Caucasic occidentale et la côte nord de l'Asie Mineure.

Mais sur les côtes européennes de l'Atlantique le domaine avec température subtropicale sans période de sécheresse en

été occupe une large zone. Le domaine des pluies d'hiver a sa frontière nord à peu près à Oporto. De là le domaine subtropical avec pluie pendant toute l'année s'étend comme un mince ruban le long de la côte du golfe de Biscaye et comprend encore la Bretagne, la Cornouaille anglaise et la point sud-ouest de l'Irlande. Dans ces régions la forêt à feuilles caduques est générale, mais en même temps apparaissent des arbustes toujours verts et notamment *Erica scoparia* et *Ulex europæus*.

Dans l'hémisphère sud on trouve trois régions importantes qui pour la température et le régime des pluies correspondent très bien à la côte européenne de l'Atlantique: ce sont le Chili entre 37° et 45° environ de latitude sud, la pointe méridionale de l'Australie avec la Tasmanie, et enfin la côte occidentale de la Nouvelle-Zélande. L'hiver y est doux et l'été frais, la pluie abondante et distribuée sur toute l'année avec maximum en hiver. On trouve dans ces régions une très abondante forêt mésophile d'arbres toujours verts. Si la forêt mésophile et toujours verte correspondante fait défaut dans la région analogue de l'Europe, où se retrouvent les mêmes conditions d'existence, cette anomalie ne saurait s'expliquer que par des raisons historiques. A l'époque glaciaire les espèces d'arbres mésophiles toujours vertes ont été arrachées en Europe, et elle ne sont conservées que dans les forêts humides des régions montagneuses des îles Azores, de Madère et des îles Canaries. Après la période glaciaire ces espèces n'ont pas été réintroduites et le domaine qu'elles occupaient a été accaparé par une végétation qui est un mélange de deux végétations, l'une méditerranéenne et l'autre médio-européenne.

Enfin sur tous les côtés orientaux des continents on rencontre dans la zone subtropicale des domaines ayant de la pluie toute l'année; mais la pluie la plus abondante y tombe presque partout dans la demi-année d'été. Les pays en

question se trouvent dans l'Amérique du Nord sur la côte du golfe du Mexique et se continuent un peu le long de la côte de l'Atlantique. En Asie, le Japon méridional et la Chine méridionale appartiennent à cette catégorie de pays, dans l'Amérique du Sud, c'est le Brésil méridional; en Australie, la côte orientale de la Nouvelle Galles du Sud et la portion subtropicale de la côte du Queensland. Dans tous ces pays la forêt mésophile toujours verte est la formation végétale dominante là où la quantité de pluie est abondante, et par contre là où la quantité de pluie est plus faible on trouve la savane subtropicale. Les frontières entre les domaines de la forêt et de la savane ne peuvent pas encore être déterminées sur de longues étendues.

Les domaines subtropicaux avec pluie toute l'année peuvent ainsi se partager en deux types principaux: domaines placés sur les côtés orientaux des continents, avec maximum de pluie en été et été chaud, et domaines occidentaux avec maximum de pluie en hiver et été frais. Ces deux domaines ne sont limitrophes l'un de l'autre que dans le coin sud-est de l'Australie. Il y a des différences œcologiques entre les forêts de ces deux domaines. On ne sait pas au juste si les différences sont dues à la répartition un peu différente de la pluie dans l'année ou à la chaleur estivale différente. Enfin on peut indiquer comme troisième type les domaines subtropicaux des terres hautes de la zone tropicale, qui peuvent se rapprocher tantôt de l'un, tantôt de l'autre des deux types principaux.

En ce qui concerne les plantes cultivées il existe aussi des divergences à l'intérieur des diverses parties des domaines de la pluie annuelle subtropicale, et ces divergences sont dues exclusivement à la chaleur estivale. On peut établir comme subdivisions: d'abord le domaine le plus chaud depuis la frontière de la zone tropicale jusqu' à la frontière de la culture de la banane, ensuite un domaine allant jusqu' à la

frontière des oranges; ici se trouve aussi à peu près la limite des deux récoltes annuelles de céréales. Vient ensuite un domaine compris entre la frontière de l'orange et celle du maïs et enfin un domaine situé en dehors de celui-là. Dans les deux derniers domaines se cultivent des arbres à fruits de l'Europe moyenne.

Lorsque la différence entre les saisons est très faible, la zone de la forêt à feuilles caduques devient très mince ou disparaît complètement. A l'aide des équations servant à la zone des conifères et aux frontières de la zone subtropicale on peut déterminer les valeurs pour lesquelles les deux frontières coïncident. Ce fait a lieu lorsque la température moyenne pour le mois le plus froid est de  $6,0^{\circ}$  et pour le mois le plus chaud de  $14,4^{\circ}$ . Donc lorsque la différence entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud est inférieure à  $8^{\circ}$  environ, la forêt mesophile subtropicale toujours verte fait place à la forêt xérophile à petites feuilles toujours vertes, laquelle peut supporter de longues périodes où l'assimilation de l'eau est entravée par des températures insuffisamment élevées. Ce fait a lieu sur la côte occidentale de l'Amérique du Nord, sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, en Nouvelle-Zéland et dans les terres hautes de la zone tropicale.

Les domaines pauvres en pluie occupent de plus grands espaces dans la zone subtropicale que dans la zone tempérée. Sur toutes les côtes occidentales subtropicales les étendues désertiques s'avancent jusqu' à la mer et là elles séparent les domaines subtropicaux à pluies hivernales des domaines tropicaux à pluies estivales. A cette catégorie appartiennent dans l'ancien monde le Sahara, l'Arabie, le désert de Syrie, la Mésopotamie et la Perse, plus certains espaces de steppes qui dans le Nord de l'Afrique, en Espagne et dans la péninsule balkanique s'étendent dans le domaine des maquis, enfin de grandes étendues dans l'Afrique du Sud. En Amérique le domaine de la sécheresse s'avance jusqu' à la côte dans la

Californie du Sud, ainsi qu'au Pérou et dans le Chili septentrional. En Australie il accapare la plus grande partie du continent. Particulièrement intéressants sont les domaines de steppes en Patagonie et en Nouvelle-Zélande, où les vents d'ouest dominants dessèchent les régions situées à l'est des montagnes. En Patagonie et dans la Terre de Feu les steppes s'étendent à travers la zone des hêtres à petites feuilles et descendent jusqu' à la frontière de la zone antarctique.

Dans la zone subtropicale on peut comme dans la zone tempérée distinguer les steppes gramineuses, les steppes d'arbustes et les déserts. Les pampas de l'Argentine et les steppes du Transvaal donnent des exemples de steppes gramineuses avec culture de céréales sans irrigation artificielle. Mais les formations de steppes subtropicales sont si peu étudiées qu'on ne peut établir quel est le rapport qu'il y a entre elles et les conditions agricoles. Leur frontière climatique ne peut pas non plus se déterminer.

A Funchal sur la côte sud de Madère, la période la plus riche en pluie comprend 40,5 jours de pluie en quatre mois, soit une vraisemblance de pluie de 0,33. Avec cette indication concorde le fait que Funchal, d'après le témoignage des premiers pionniers, était primitivement dépourvue de maquis, et ce fait qu'actuellement les fourrés de maquis ne se trouvent qu' à 100 m. environ au-dessus du niveau de la mer. Dans mon livre sur la végétation de Madère, je me suis opposé à ce que l'on comptât la végétation des terres basses de cette île parmi les steppes, à cause de la pénurie de géophytes. Mais comme on ne sait pas quel rôle jouent les géophytes dans d'autres domaines de steppes, je ne veux pas maintenir mon opinion, et je crois pouvoir ranger les herbages d'*Andropogon* parmi les formations de steppes: c'est donc pour le moment la seule formation de steppe sur laquelle il existe une étude statistique des types biologiques.

A Laguna de Ténérife, les quatre mois les plus pluvieux

ont 44,8 jours de pluie, ou une vraisemblance de pluie de 0,36 pour ces quatre mois. La ville de Laguna se trouve dans le domaine des maquis, mais proche de la frontière du domaine des steppes.

Santa Cruz de Ténérife présente dans sa période trimestrielle la plus pluvieuse une vraisemblance de pluie de 0,34, ou seulement de 0,31 d'après un autre renseignement. A Santa Cruz règne le steppe d'arbustes. L'arrosage artificiel y est généralement pratiqué, mais on y cultive le froment sans irrigation. Ainsi donc, tandis que dans ces localités la frontière entre maquis et steppe paraît correspondre à la même frontière d'humidité que dans la zone tempérée, cette constatation n'a pas lieu pour la frontière entre le steppe d'herbes et le steppe d'arbustes.

La limite de la zone tropicale est placée par Köppen à 18° pour le mois le plus froid. Je l'ai posée à 16° dans l'„Öcologie“ de Warming. La limite de Köppen est décidément trop élevée. Le chiffre de 16 est trop bas dans les régions océaniques et trop haut dans les régions continentales. Ici aussi on doit chercher une frontière dépendant de la température de plusieurs mois; mais nous n'avons pas les matériaux nécessaires pour déterminer exactement la frontière de végétation.

Dans la zone tropicale on peut, si l'on dispose d'une humidité naturelle ou artificielle suffisante, obtenir plusieurs récoltes, qui exigent une forte chaleur.

La zone tropicale se divise en trois sections principales: les domaines secs, les domaines avec saison sèche et saison de pluies, et les domaines sans saison sèche.

Aux domaines qui ont une température tropicale mais n'ont pas une période de pluies suffisante appartiennent la portion la plus méridionale du Sahara, l'Arabie du Sud et les régions de l'Indus. On ne peut dans ces pays obtenir

aucune récolte de céréales sans arrosage artificiel. La végétation naturelle est inconnue.

Dans les domaines tropicaux à saison sèche et saison de pluies la majorité des arbres et arbustes sont à feuilles caduques. Suivant le caractère plus ou moins favorable du climat et des conditions édaphiques, quatre formations végétales ont tour à tour la prédominance, savoir celles que l'on appelle dans la terminologie de Schimper: 1) buisson d'épines, forêt d'épines, 2) savane, 3) forêt de savane et 4) forêt de monson. Le buisson ou fourré d'épines est assez bas, très xérophile, et préfère les régions les plus sèches. La forêt d'épines est un peu plus haute et également très xérophile. La savane est intermédiaire entre les deux autres, tandis que la forêt de savane a des arbres plus hauts, est peu xérophile, a un sol riche en herbes et préfère des régions encore meilleures. La forêt de monson est nettement mésophile et ne se trouve que là où la quantité de pluie annuelle dépasse 150—180 cm. Ainsi donc dans la zone tropicale les arbustes sont le type biologique qui a les conditions les plus favorables dans la lutte pour la vie. Les herbes et les petits arbres paraissent avoir à peu près les mêmes chances, tandis que les grands arbres sont les plus exigeants. Il est intéressant de rappeler comme fait parallèle que dans les régions arctiques et en Scandinavie les chamæphytes sont la forme biologique la plus endurente.

Dans les domaines tropicaux avec saison sèche et saison de pluies on peut obtenir sans arrosage une récolte à l'époque des pluies, tandis que la culture des céréales pendant la saison sèche exige l'irrigation artificielle.

La frontière entre les domaines tropicaux avec et sans saison sèche est placée par Köppen à 3 cm. pour le mois le plus pauvre en pluies. Raunkiær l'a placée à 2 mois ayant une quantité de pluie inférieure à 5 cm., ce qui paraît préférable. Les domaines sans saison sèche comportent deux

sous-sections. Là où la quantité de pluie annuelle est inférieure à 150—180 cm., règne une végétation de buisson xérophile toujours vert. Cette végétation est dominante dans certaines parties des Antilles et dans l'Est-Africain allemand ainsi que sur le côté oriental du Dekkan. Là où la quantité de pluie est grande, la forêt de pluie (Regenwald) domine.

Les valeurs climatiques des frontières entre toutes ces sections de la zone tropicale sont encore trop peu connues pour qu'on puisse faire autre chose que les indiquer avec les plus grandes précautions.

Là où n'existe pas de saison sèche, on peut obtenir plusieurs récoltes sans arrosage artificiel; mais dans les domaines pauvres en pluies on ne les obtient que pour des plantes qui exigent peu d'eau.

---

L'intérêt d'un exposé général comme celui que nous venons de donner des zones et des biochores consiste avant tout à mettre en lumière ce qui nous manque encore pour la solution du problème central de la géographie. On voit ainsi sur quelles régions il faut tout d'abord recueillir des renseignements relatifs aux plantes cultivées, aux méthodes de culture, à la végétation sauvage et au climat.

Les progrès se feront par de minutieuses études de détail qui semblent aux non initiés très éloignées de l'objet principal de la géographie, mais qui n'en sont pas moins le seul moyen d'approcher de la solution des grands problèmes.

Parmi les tâches que nous devons nous proposer pour le moment, il faut placer en première ligne celle qui consiste à délimiter avec précision les formations végétales naturelles, de telle sorte qu'on puisse les utiliser pour l'étude des conditions de la culture. Cette délimitation exacte ne peut se faire que par la statistique des formes biologiques.

Une statistique de ce genre a été heureusement donnée

en gros pour certains domaines de la flore; nous renvoyons notamment au travail de Willkomm<sup>1</sup> sur les domaines de steppes de l'Espagne. La première fois qu'on se soit servi de ces sortes de documents comme d'une base pour l'étude des formations végétales, c'est dans mon livre sur la végétation de l'île de Madère.

Le système de Raunkiær<sup>2</sup> sur les formes biologiques fournit une aide précieuse pour l'application de la méthode statistique. J'ai expérimenté ce système dans ces deux dernières années en examinant des forêts et des tourbières en Danemark et en la Suède, et j'en ai reconnu la grande utilité comme principe général de classification. Mais pour le géographe le principal doit consister dans l'efficacité du système pour caractériser les formations végétales. Le système paraît également apte à distinguer celles-ci, bien qu'il faille ici considérer chez les plantes beaucoup d'autres conditions que leur mode de protection contre une saison difficile.

<sup>1</sup> Vegetation der Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel (1852).

<sup>2</sup> Bulletin de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres du Danemark, 1905.



## LES TYPES BIOLOGIQUES DANS QUELQUES FORMATIONS VÉGÉTALES DE LA SCANDINAVIE

PAR

MARTIN VAHL

La géographie des plantes a conquis dans ces dernières années une place éminente parmi les disciplines géographiques. Le but principal de la géographie étant d'éclaircir la relation d'influence réciproque entre la nature et la vie humaine, la végétation apparaît comme le trait d'union et l'intermédiaire par lequel le climat et le sol agissent d'une manière sensible sur la vie de l'homme et sur ses conditions d'existence.

Se plaçant au point de vue de la climatologie, KÖPPEN<sup>1</sup> a fait valoir avec beaucoup de force que la végétation était le seul principe rationnel de classification des types de climats. Du côté de l'anthropogéographie, MERRIAM<sup>2</sup> a présenté la géographie des plantes comme fournissant la base indispensable à cette discipline géographique. En considérant non pas la diffusion des plantes cultivées, laquelle subit l'influence de la civilisation et du commerce, mais celle des plantes à l'état sauvage, on partage le globe en provinces dans lesquelles se retrouvent les mêmes conditions pour l'utilisation de la terre par l'homme. Mais les formations de végétation donnent des critères beaucoup plus délicats et plus précis pour la nature du sol et du climat que la diffusion d'espèces végétales choisies

<sup>1</sup> Versuch einer Klassifikation der Klimate (Geogr. Zeitschr. 1901).

<sup>2</sup> Life Zones and Crop Zones (Washington 1898).

arbitrairement: c'est là une vérité actuellement reconnue par toute la géographie végétale moderne. Je prends le terme de „formation végétale“ dans le sens que lui a donné WARMING<sup>1</sup>, savoir: une société de plantes appartenant à un type biologique déterminé et réunies ensemble par certaines particularités du lieu de croissance auxquelles ces plantes sont adaptées. Les „formations“ se divisent à leur tour en „associations“, caractérisées par certaines espèces déterminées, et les „associations“ se partagent encore en „facies“, caractérisées par les espèces dominantes parmi les plantes associées.

Les types biologiques servent donc de base à la distinction entre les formations végétales; mais celles-ci sont caractérisées également par la nature du lieu de croissance. On peut dès lors se demander si ce dualisme ne conduit pas à une contradiction, et si les mêmes conditions correspondent vraiment à une société présentant les mêmes types biologiques déterminés. C'est ce qui a été nié par Moss<sup>2</sup>: il pense que l'on doit négliger entièrement les types biologiques et caractériser seulement les formations par le lieu de croissance. A cette thèse s'en oppose une autre d'après laquelle le type biologique est la chose essentielle et c'est seulement en cas de besoin que l'on se sert du lieu de croissance comme d'une marque distinctive des formations; du reste ce secours n'est utile que dans la mesure où nous connaissons encore très imparfaitement les types biologiques des formations. Une fois que ces types auront été bien éclaircis, il conviendra de rechercher quelles sont les conditions d'existence qui leur correspondent.

On ne peut caractériser une formation par les types biologiques végétaux qu'avec l'aide de la statistique. Dans mon ouvrage sur la végétation de l'île de Madère, où j'ai tenté une étude statistique des types biologiques des formations, j'ai adopté une méthode qui consiste à répartir d'après la

<sup>1</sup> Oecology of Plants, p. 139 et suiv.

<sup>2</sup> The fundamental Units of Vegetation (The new phytologist, 1910).

flore les diverses espèces en les attribuant à la formation ou aux formations auxquelles elles appartiennent normalement; puis j'ai traité ces matériaux par la statistique. De la sorte j'ai rejeté des espèces rares et des hôtes accidentels provenant d'autres formations, et les diverses formations se sont clairement révélées, différant les unes des autres par la proportion numérique des types biologiques.

En écartant ainsi de la statistique toutes les espèces que l'on juge ne pas appartenir à la formation et provenir de formations différentes, soit que leur lieu de croissance n'ait pas un caractère très net, soit que l'on doive voir en elles des hôtes accidentels qui végètent misérablement et sont destinés à succomber bientôt dans la lutte pour la vie, on obtient le plus souvent un rapport numérique entre les types biologiques d'où ressort clairement l'influence favorable ou défavorable du lieu de croissance sur les divers types. Mais cette méthode a le défaut d'être approximative et incertaine.

Beaucoup plus sûre est la méthode proposée par RAUNKJÆR<sup>1</sup>: elle consiste à dénombrer les espèces à l'intérieur d'un certain nombre de champs égaux, puis à attribuer des points d'après la fréquence. Raunkiær note à l'intérieur de chaque champ les espèces qui se rencontrent dans ses limites. On détermine la fréquence des diverses espèces en attribuant à telle ou telle espèce un nombre de points correspondant au nombre des champs où on l'a trouvée. Si par exemple on a examiné 50 champs, une espèce trouvée dans tous reçoit 50 points, une espèce trouvée dans 6 champs reçoit 6 points, et ainsi de suite. Si l'on dresse enfin un tableau de toutes les espèces trouvées, on possède les matériaux nécessaires pour étudier la fréquence de tous les phénomènes œcologiques dans la société de plantes examinée.

J'avais du reste commencé à employer cette méthode dès

<sup>1</sup> Formationsundersøgelse og Formationsstatistik (Botanisk Tidsskrift 1909).

1908, indépendamment de Raunkiær. Je me servais de champs de 1 mètre carré au nombre de 10 à 20 et j'arrivais ainsi à donner un tableau provisoire des formations et sous-formations qui se trouvaient dans les domaines étudiés. Mais en utilisant mes matériaux j'aperçus nettement que les champs choisis étaient trop grands et que les espèces dominantes n'apparaissaient pas assez clairement. Je tirai donc un grand bénéfice de la publication du travail de Raunkiær, qui résolvait d'une façon si remarquable le problème des dimensions qu'il convenait de donner aux champs. Nous reparlerons plus en détail de cette question.

On doit se demander tout d'abord quel est le système de types biologiques qui doit être le plus propre à représenter les rapports d'adaptation des plantes aux diverses conditions d'existence. On admet que les plantes qui sont communes dans le même lieu de croissance sont adaptées aux mêmes conditions de vie, si différentes que puissent être leurs particularités morphologiques. Mais si nous voyons chez des plantes vivant ensemble un fait morphologique se répéter dans la grande majorité des espèces alors qu'il fait défaut chez des espèces vivant dans d'autres conditions, nous devons considérer cette particularité morphologique comme très importante et pouvant servir de base à un groupe principal de types biologiques.

J'ai trouvé le système de Raunkiær excellent comme premier fondement d'une répartition. RAUNKIÆR<sup>1</sup> partage les plantes d'après la position des bourgeons hivernants par rapport à la surface du sol. Les bourgeons hivernants des phanérophytes se trouvent à 30 cm. au moins au-dessus de la surface du sol. On les divise en mégaphanérophytes, au-dessus de 30 m., mésophanérophytes, de 8

<sup>1</sup> Types biologiques pour la géographie botanique (Bulletin de l'Académie des Sciences du Danemark, 1905). *Planteriget Livsformer* (Copenhague 1907).

à 30 m, microphanérophytes, de 2 à 8 m, nanophanérophyles, de 0,3 à 2 m. Viennent ensuite les chamæphytes, dont les bourgeons hivernants se trouvent immédiatement au-dessus de la surface du sol, les hémicryptophytes, dont les bourgeons hivernants se trouvent dans l'écorce terrestre, et les géophytes, dont les bourgeons sont sous le sol, les hélrophytes et les hydrophytes, dont les bourgeons sont recouverts par l'eau, et les thérophytes ou plantes annuelles. J'adopte cette division dans ses grandes lignes.

Comme principe de sous-division, je considère d'abord la possibilité ou la non possibilité pour les plantes de pousser leurs rejetons à travers le sol. Les plantes pérennelles se partagent ainsi en deux sections, que je propose d'appeler diagéiques et épigéiques. Les plantes diagéiques comprennent toutes les géophytes, plus des plantes qui, appartenant aux autres types biologiques, ont la faculté de cheminer sous terre. Aux plantes épigéiques appartiennent les phanérophyles, les chamæphytes et les hémicryptophytes dépourvues de cette faculté.

J'adopte comme second principe de répartition la chute des feuilles, et je distingue les plantes à effeuillaison estivale, les plantes à effeuillaison hivernale, et les plantes toujours vertes. Le premier groupe est spécialement caractéristique des plantes qui se trouvent sur le sol de forêts très épaisses d'arbres à feuilles. La frontière entre les deux derniers groupes est en général très nette dans nos climats à l'intérieur des phanérophyles. Il en va autrement chez les hémicryptophytes et chez les géophytes. Dans beaucoup d'espèces, la plupart des feuilles se fanent et tombent en automne ou au cours de l'hiver, tandis qu'un certain nombre de feuilles restent, — notamment de jeunes feuilles que protègent des feuilles fanées plus anciennes. Je rangerai ces espèces parmi les plantes toujours vertes. Chez un petit

nombre de chamæphytes et phanérophytes: les feuilles tombent en hiver, mais la tige reste verte, assimilante, par exemple *Vaccinium myrtillus* et *Sarothamnus scoparius*. Je compte aussi ces espèces parmi les plantes toujours vertes.

Comme troisième principe de répartition, je considère la protection des plantes contre l'évaporation, et je distingue des plantes mésomorphes et des plantes xéromorphes. Ces expressions doivent être prises dans un sens purement morphologique, comme désignant des moyens de protection externes, reconnaissables, contre l'évaporation. On sait qu'il existe au fond des forêts d'arbres à feuilles certaines espèces munies d'un abondant système pileux, et l'on sait aussi qu'il existe dans des lieux secs des plantes dépourvues de tous moyens de protection externes, reconnaissables, contre la sécheresse. Nous devons admettre que ces anomalies extérieures sont compensées par des propriétés internes, non visibles, existant dans le contenu des cellules; mais les espèces de ce genre sont peu nombreuses et on ne les remarquera guère dans les rapports numériques.

Du reste la répartition en mésophytes et xérophytes échappe difficilement à l'arbitraire, car toutes les plantes aériennes ont quelque protection contre l'évaporation.

Dans les sociétés végétales que j'ai étudiées jusqu'à présent, ces principes de classification des formes biologiques ont été suffisants pour caractériser les formations; mais si l'on a affaire à plusieurs sociétés végétales, il faut adopter un plus grand nombre de divisions quand elles sont nécessaires. La science des types biologiques doit progresser en même temps que la science des formations.

Les formations se divisent en trois catégories: formations à un étage, à deux étages et à plusieurs étages. Par formation à deux étages on entend une formation où chaque champ, outre les pousses qui y sont enracinées, contient des pousses de plantes plus hautes qui couvrent de leur

ombre les plantes plus basses. Quant à savoir si une combinaison d'arbres dispersés et d'arbustes doit être comptée comme un mélange de deux formations ou comme une formation unique, cela dépend de la question de savoir si la végétation qui se trouve sous les arbres ou arbustes et dans les intervalles libres présente ou ne présente pas une combinaison différente de types biologiques.

Si les types biologiques dans divers champs d'une végétation offrent essentiellement la même combinaison numérique, on considère ces champs comme appartenant à la même formation. Dans des formations à deux et à plusieurs étages on ne tient compte que de l'étage supérieur. Lorsque cet étage est le même, nous avons la même formation. Mais d'autre part les différences dans l'étage inférieur donnent lieu à établir diverses subformations.

De cette théorie des formations il suit que dans chaque étage déterminé les types biologiques doivent être étudiés à part. J'ai inscrit dans mes tableaux chaque espèce avec son chiffre de fréquence, et ensuite, en additionnant les chiffres de fréquence des espèces, j'ai donné le chiffre de fréquence de chacun des groupes principaux de types biologiques: mesophanérophytes, microphanérophytes, etc... Viennent ensuite les résultats de l'enquête relative à la fréquence des plantes épigéiques et diagéiques, sur la chute des feuilles, la xéromorphie, etc... En ce qui concerne l'étage supérieur et l'étage intermédiaire, je n'ai eu besoin que de deux subdivisions de types biologiques, savoir les plantes mésomorphes à feuilles caduques en hiver, et les plantes xéromorphes toujours vertes. Comme on ne trouve à ces étages qu'un petit nombre d'espèces bien connues, je n'ai pas jugé nécessaire de donner dans les tableaux la statistique de fréquence des deux subdivisions.

Dans l'étage inférieur des forêts et dans des formations à un étage de nanophanérophytes, de chamæphytes et d'herbes on rencontre souvent des exemplaires disséminés de mi-

crophanérophytes ou des pousses de méso- et de microphanérophytes. Bien que ces plantes appartiennent à l'étage inférieur, je ne les ai pas fait entrer en ligne de compte, car d'une part on peut y voir le premier début de la constitution d'un étage supérieur ou moyen, et d'autre part la faculté de cheminer joue dans ces grandes espèces un rôle subordonné en comparaison de l'importance qu'elle a pour des plantes de taille plus petite, dont les pousses sont plus étroitement enracinées. A d'autres points de vue ces plantes hautes sont soumises à d'autres conditions que les plantes dont les organes végétatifs se trouvent plus rapprochés du sol. En les faisant entrer en ligne de compte, on s'exposerait donc plutôt à des erreurs. Un coup d'œil jeté sur le tableau II éclaircira ce que nous venons de dire. On y voit que l'étage supérieur est formé par *Fagus sylvatica*. On trouve à l'étage inférieur des pousses de divers autres phanérophytes. Chaque espèce est classée dans le type biologique auquel appartenaient ses exemplaires les plus élevés. Si *Fraxinus excelsior* est inscrit comme nanophanérophyte, cela veut dire qu'aucun exemplaire ne dépassait une hauteur de 2 m. Au-dessous du tableau est donné le chiffre de fréquence des plantes diagéïques et épigéïques appartenant aux chaméphytes, aux hœmicryptophytes et aux géophytes de l'étage inférieur. La plupart d'entre elles sont toujours vertes et mésomorphes.

La question qui se pose ensuite est celle de choisir les dimensions et le nombre des champs. Cette question a été résolue par Raunkiær pour obtenir de bons chiffres de fréquence. Raunkiær a démontré qu'en se servant de 50 champs de 1 décimètre carré chacun on arrive à des chiffres de fréquence qui diffèrent de bien peu de ceux que l'on obtient en comptant les pousses.

Pour mon objet particulier il importe également que chaque champ, dans des limites d'oscillation convenables, donne une image de la formation. Plus les champs sont grands, plus

petite est la différence de flore et de types biologiques dans les différents champs d'une même formation. Plus les champs diminuent, plus la variation devient grande, jusqu'au moment où, en prenant les champs si petits que chacun d'eux contient seulement une seule pousse enracinée, on arrive à ce résultat que la formation semble se résoudre en une mosaïque de formations diverses.

A ce point de vue aussi, les champs de 0,1 mc. sont particulièrement bien choisis. Lorsque les recherches ne concernent que deux groupes, par exemple les plantes diagéiques et les plantes épigéiques, j'ai considéré comme dominant le type biologique auquel appartenaient plus de 60 % des chiffres de fréquence. Si les chiffres des deux types biologiques se trouvent entre 40 % et 60 %, je considère le champ ou la formation comme mixtes. Si le chiffre de fréquence d'un des types descend au-dessous de 40 %, c'est l'autre type qui est dominant. Lorsqu'on examine une série de trois ou plusieurs types biologiques, il arrive en général qu'aucun type n'ait la majorité absolue. En ce cas j'ai compté comme dominant le type dont la fréquence est 1,5 fois plus grande que celle de chacun des autres. Seulement quand un autre type dans tel ou tel autre champ est plus de 1,5 fois supérieur à celui qui est dominant dans les autres champs, je le compte comme dominant.

Il n'est pas rare que le type dominant descende dans certains champs entre 40 % et 60 %, et ce fait est dû souvent à la présence dans ce champ de l'une des espèces moins fréquentes. Cela vient seulement de ce que ces espèces peuvent se trouver aussi dans la formation soit comme compagnons de lutte inférieurs, soit comme des types dont l'adaptation médiocre en un certain sens est compensée par une meilleure adaptation à un autre point de vue. Mais si le type par ailleurs dominant devient inférieur dans un champ, la chose mérite qu'on l'étudie. Il peut alors se produire deux cas: ou

bien les conditions d'existence dans ce champ sont différentes de ce qu'elles sont dans les autres champs, ou bien il n'y a aucune différence dans les conditions que l'on examine.

Si par exemple l'enquête porte sur le type humus et sur les types biologiques adaptés aux différents types d'humus, on constate qu'à chaque type d'humus correspondent des types biologiques déterminés. Or si l'on rencontre un champ ou un groupe de champs présentant une combinaison divergente de types biologiques, il arrive très souvent que l'on ait affaire ici à l'autre type d'humus qui correspond ordinairement à cet assemblage de types biologiques. Ici il n'est pas douteux que l'on est entré dans une autre sous-formation, et qu'il faut écarter les champs de ce genre quand on veut avoir les chiffres de fréquence d'une sous-formation déterminée.

Enfin il y a le cas où l'on ne peut constater aucune différence entre les conditions d'existence dans les champs divergents. Ce cas est fréquent lorsqu'un processus violent, par exemple le déboisement, a brusquement modifié les conditions de vie. Alors les champs présentent une très grande variété dans les combinaisons de types biologiques. La lutte pour la place ne s'est pas encore calmée. Les espèces bien adaptées et celles qui le sont mal se disputent encore la place, jusqu'au moment où les espèces adaptées aux conditions nouvellement créées auront définitivement gagné la prééminence.

Dans des formations qui sont déjà anciennes sur les lieux et dans lesquelles la lutte pour la vie a produit un certain équilibre, deux cas peuvent se présenter. Ou bien les champs divergents sont extrêmement rares, ou bien ils sont relativement nombreux. Si les champs divergents ne se présentent que dans la proportion de un sur plusieurs centaines, le fait ne peut être attribué qu'à cette circonstance que des espèces du type le moins fréquent, par suite d'une compensation dans d'autres sens, sont aussi bien adaptées que les espèces appar-

tenant au type biologique dominant. Mais si les champs divergents se présentent en nombre plus considérable, par exemple dans la proportion de plusieurs pour cent des champs examinés, cela signifie que la distinction qui a servi de base à la répartition des types biologiques ne porte pas précisément sur le phénomène morphologique qui est l'adaptation la plus importante aux conditions de vie existantes. Il faut alors modifier la délimitation des types biologiques. De la sorte on a remarqué par exemple que la division en plantes diagéiques et épigéiques correspond à la différence entre un sol plus léger et un sol plus ferme, mais que tel n'est pas le cas pour la division en plantes errantes et plantes attachées au sol.

J'ai considéré autant que possible des ensembles de champs; examinant par exemple un espace large de 5 champs et long de 10 ou mesurant d'autres dimensions. En employant la méthode de Raunkiær qui choisit des champs dispersés, on obtient des chiffres de fréquence qui valent pour une plus grande surface de même „facies“, tandis que mes chiffres de fréquence s'appliquent seulement à la petite surface examinée et en montrent les particularités. Je tenais précisément à étudier l'importance de ces particularités. Lorsque j'ai examiné une surface, j'ai donc compté des surfaces voisines. Souvent un petit nombre de champs pris en divers endroits a été suffisant pour me convaincre qu'il existait partout des rapports très analogues entre les types biologiques; là où d'autres rapports se manifestaient, les surfaces en question ont été soumises ensuite à un examen spécial.

Enfin on remarquera que je n'ai considéré que les plantes vasculaires. Les plantes sans chlorophylle vivent dans d'autres conditions que les plantes vertes et peuvent se ranger dans un tout autre groupe principal de types biologiques. La même remarque concerne les mousses et lichens, qui n'ont pas de racines. Les plantes aquatiques qui nagent à la surface de l'eau sont restées jusqu'ici en dehors de mes recherches. L'ex-

clusion de toutes les espèces qui appartiennent à certains types biologiques ne peut influencer le rapport numérique mutuel entre les autres types et ne saurait donc infirmer les conclusions basées sur ce rapport numérique.

On verra par ce qui suit qu'il est possible de distinguer les formations et les sous-formations à l'aide de la statistique. Toutes les localités ont été examinées pendant l'été de 1910, à raison de 50 champs de 1 décimètre carré. Quand par exception nous avons utilisé un autre nombre de champs, ce nombre a été réduit à 50 champs.

Les formations étudiées sont les suivantes:

**Formation A.** Forêt d'arbres à feuilles (Étage supérieur de mésophanérophites mésomorphes, à feuilles caduques).

Sous-formation I. Étage intermédiaire de microphanérophites mésomorphes à feuilles caduques. Étage inférieur d'herbes mésomorphes, diagéiques, à feuilles caduques en été (Tableau I A).

Sous-formation II. Étage inférieur d'herbes mésomorphes diagéiques, à feuilles caduques en été (Tableau I B et C).

Sous-formation III. Étage inférieur d'herbes mésomorphes épigéiques, à feuilles caduques en été.

Sous-formation IV. Étage inférieur d'herbes mésomorphes, diagéiques, toujours verts (Tableaux II, III, IV).

Sous-formations V. Étage inférieur d'herbes mésomorphes, épigéiques, toujours verts (Tableaux V, VI, VII, VIII).

Sous-formation VI. Étage inférieur, ne contient qu'un très petit nombre de plantes vasculaires (Tableau IX).

Sous-formation VII. Étage inférieur de chaméphytes xéromorphes, diagéiques, toujours verts (Tableaux X, XI A et B, XXVIII).

Sous-formation VIII. Étage inférieur de chaméphytes mésomorphes, diagéiques, toujours verts (Tableaux XI C et D, XXIX B).

**Sous-formation IX.** Étage inférieur de chamæphytes xéromorphes, épigéiques, toujours verts (Tableau XII).

**Sous-formation X.** Etage inférieur de nanophanérophytes xéromorphes, diagéiques, à feuilles caduques (Tableau XIX A).

**Formation B.** Forêt de conifères (Étage supérieur de mésophanérophytes xéromorphes, toujours verts).

**Sous-formation I.** Étage inférieur de chamæphytes xéromorphes diagéiques (Tableaux XIV, XIX).

**Sous-formation II.** Étage inférieur avec peu de plantes vasculaires (Tableaux XV, XVI).

**Sous-formation III.** Étage inférieur d'herbes mésomorphes diagéiques (Tableau XVII).

**Sous-formation IV.** Étage inférieur de chamæphytes xéromorphes épigéiques (Tableau XVIII).

**Formation C.** Bruyère. Un étage de chamæphytes xéromorphes épigéiques (Tableaux XX A—C, XXV D, XXVI).

**Formation D.** Herbage xérophile. Un étage d'herbes xéromorphes épigéiques (Tableau XX E).

**Formation E.** Un étage de chamæphytes xéromorphes diagéiques (Tableau XX D, XXI, XXVII).

**Formation F.** Prairie marécageuse, marécage xérophile. Un étage d'herbes xéromorphes diagéiques à feuilles caduques en hiver (Tableau XXIII).

**Formation G.** Un étage d'herbes xéromorphes diagéiques, toujours vertes (Tableaux XXIV, XXV A et B).

**Formation H.** Un étage d'herbes xéromorphes épigéiques, toujours vertes (Tableau XXII A).

**Formation J.** Un étage de nanophanérophytes xéromorphes diagéiques, à feuilles caduques en hiver.

## Forêt d'arbres à feuilles.

Tableau I.

	A	B	C		A	B	C
<b>Mésophanérophytes</b> . . . . .	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<i>Veronica hederæfolia</i> . . . . .	1	—	—
<i>Quercus pedunculata</i> . . . . .	50	—	—	<b>Géophytes</b> . . . . .	<b>63</b>	<b>52</b>	<b>53</b>
<i>Fagus sylvatica</i> . . . . .	—	50	50	<i>Anemone nemorosa</i> . . . . .	50	50	50
<b>Microphanérophytes</b> . . . . .	<b>72</b>	—	—	<i>Polygonatum multifo-</i>			
<i>Corylus avellana</i> . . . . .	47	—	—	<i>rum</i> . . . . .	6	—	—
<i>Pyrus Malus</i> . . . . .	14	—	—	<i>Gagea lutea</i> . . . . .	3	2	2
<i>Cerasus Padus</i> . . . . .	9	—	—	<i>Asperula odorata</i> . . . . .	3	—	1
<i>Fraxinus excelsior</i> . . . . .	2	—	—	<i>Corydalis cava</i> . . . . .	1	—	—
<b>Hémieryptophytes</b> . . . . .	<b>94</b>	<b>34</b>	<b>42</b>	<b>Points</b> . . . . .	<b>279</b>	<b>136</b>	<b>145</b>
<i>Mercurialis perennis</i> . . . . .	49	—	—	Diagéiques . . . . .	113	50	51
<i>Ficaria verna</i> . . . . .	39	34	41	Epigéiques . . . . .	44	36	44
<i>Adoxa moschatellina</i> . . . . .	3	—	—	Herbes à feuilles cadu-			
<i>Ranunculus auricomus</i> . . . . .	—	—	1	<i>ques en été</i> . . . . .	96	86	93
<i>Stachys sylvatica</i> . . . . .	1	—	—	Herbes sans feuillaison			
<i>Urtica dioica</i> . . . . .	1	—	—	<i>estivale</i> . . . . .	61	—	2

Sous-formation I (Tableau I A). Forêt d'arbres à feuilles avec étage intermédiaire de microphanérophytes mésomorphes à feuilles caduques, et étage inférieur d'herbes mésomorphes diagéiques, à feuilles caduques en été. La société végétale en question est une portion de forêt de chênes située à l'extrémité ouest de la forêt de Gribskov (île de Séeland). Audessous des chênes croissent le noisetier et d'autres arbustes, de sorte que le sol est plongé dans l'obscurité en été. Ce sol est formé de terreau léger.<sup>1</sup> Dès le mois de juin l'*anemone* et la *ficaria* étaient prêtes à se faner.

Sous-formation II. Forêt d'arbres à feuilles avec étage inférieur d'herbes mésomorphes diagéiques, à feuilles caduques en été. Cette sous-formation à été traitée d'une façon si approfondie par Raunkiær<sup>2</sup> que je m'en suis peu occupé. Raunkiær a montré qu'elle

<sup>1</sup> Pour l'emploi des mots „terreau“ (humus neutre) et „tourbe“ (tourbe sèche, humus acide), nous renvoyons à: MÜLLER, Recherches sur les formes naturelles de l'humus (Annales de la science agronomique française et étrangère, Nancy 1889).

<sup>2</sup> Botanisk Tidsskrift 1909.

présente deux „facies“ principaux: facies d'Anemone et facies d'*Allium ursinum*.

Sous-formation III (Tableau I B et C). Forêt d'arbres à feuilles avec étage inférieur d'herbes mésomorphes épigéiques à feuilles caduques en été. Comme exemple d'un „facies“ de transition entre les sous-formations II et III nous pouvons signaler une portion de jeune forêt de hêtres fort épaisse dans le bois de Gribskov. Le sol est recouvert de feuilles fanées; sous les feuilles la terre est argileuse et raboteuse. Quelques vieux chênes indiquent qu'il y avait là autrefois une forêt de chênes. En B toutes les herbes perennes perdent leurs feuilles en été; en C elles sont dans le même cas, à l'exception de deux. Aux deux endroits le nombre des plantes diagéiques varie entre 50 et 60 %/o. Les plantes diagéiques ont donc une fréquence beaucoup moindre que dans la sous-formation proprement dite n° II. Il n'est pas douteux que la chute des feuilles en été est due à l'obscurité dans laquelle est plongé le sol de la forêt. Aux points mieux éclairés, *Anemona nemorosa* se maintient verte fort avant dans l'été. Quant à la présence abondante de *Ficaria verna*, je suis certain qu'elle est due au sol argileux, très dur. La *Ficaria* se rencontre souvent dans les sentiers de forêts, aux alentours des bancs, et en d'autres endroits où la terre est foulée, tandis que des deux côtés domine dans le terreau mou le pur „facies“ d'anémones. Il est vraisemblable que la *Ficaria* est réduite à habiter un sol assez dur. C'est seulement dans un espace environnant un belvédère que j'ai vu une sous-formation typique n° III, où l'étage inférieur était constitué exclusivement de *Ficaria*. On peut admettre que cette sous-formation est toujours due à l'intervention de l'homme.

Sous-formation IV. Forêt d'arbres à feuilles avec étage inférieur d'herbes diagéiques, mésomorphes, toujours vertes.

Tableau II.

	A	B	C	D	E	F	G
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>Fagus silvatica</i> .....	50	50	50	50	50	50	50
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	—	—	<b>14</b>
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	4	4	5	17	—	—	14
<i>Euonymus europæus</i> .....	1	—	—	—	—	—	—
<i>Lonicera periclymenum</i> .....	—	1	—	—	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	—	1	—	—	—	—	—
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>50</b>	—	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<i>Stellaria holostea</i> .....	1	1	50	—	3	1	4
<i>Aira flexuosa</i> .....	—	8	—	—	—	1	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>73</b>	<b>82</b>	<b>150</b>	<b>102</b>	<b>52</b>	<b>69</b>	<b>142</b>
<i>Oxalis acetosella</i> .....	—	7	44	49	14	37	48
<i>Milium effusum</i> .....	—	3	22	—	36	—	30
<i>Melica uniflora</i> .....	—	—	19	41	—	14	19
<i>Mercurialis perennis</i> .....	39	—	1	8	—	—	38
<i>Trientalis europæa</i> .....	—	29	—	—	—	—	—
<i>Geranium robertianum</i> .....	13	—	—	—	—	—	—
<i>Viola silvatica</i> .....	13	—	21	—	—	1	4
<i>Vicia sepium</i> .....	5	—	10	—	—	—	—
<i>Rumex acetosella</i> .....	3	—	—	—	—	—	—
<i>Poa nemoralis</i> .....	—	22	3	—	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i> .....	—	15	1	—	—	17	—
<i>Dactylis glomerata</i> .....	—	3	9	—	—	—	—
<i>Ficaria verna</i> .....	—	2	—	3	—	—	1
<i>Lactuca muralis</i> .....	—	1	—	—	—	—	1
<i>Ranunculus auricomus</i> .....	—	—	11	—	—	—	—
<i>Hepatica triloba</i> .....	—	—	8	—	—	—	—
<i>Pulmonaria officinalis</i> .....	—	—	1	—	—	—	—
<i>Sanicula europæa</i> .....	—	—	—	1	—	—	—
<i>Rubus idæus</i> .....	—	—	—	—	2	—	—
<i>Scrophularia nodosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	1
<b>Géophytes</b> .....	<b>144</b>	<b>133</b>	<b>103</b>	<b>105</b>	<b>53</b>	<b>82</b>	<b>93</b>
<i>Anemone nemorosa</i> .....	50	49	49	50	4	49	49
<i>Asperula odorata</i> .....	37	—	50	50	49	32	37
<i>Equisetum silvaticum</i> .....	50	—	—	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	—	49	—	—	—	1	5
<i>Carex panicea</i> .....	5	—	—	—	—	—	—
<i>Circæa alpina</i> .....	2	—	—	—	—	—	—
<i>Convallaria majalis</i> .....	—	34	—	—	—	—	—
<i>Pteridium aquilinum</i> .....	—	1	—	—	—	—	—
<i>Polygonatum multiflorum</i> .....	—	—	3	—	—	—	—

	A	B	C	D	E	F	G
<i>Gagea lutea</i> .....	—	—	1	—	—	—	—
<i>Corydalis cava</i> .....	—	—	—	5	—	—	1
<i>Paris quadrifolia</i> .....	—	—	—	—	—	—	1
<b>Thérophytes</b> .....	<b>17</b>	—	—	—	—	—	<b>1</b>
<i>Galium aparine</i> .....	17	—	—	—	—	—	1
<b>Points</b> .....	<b>290</b>	<b>280</b>	<b>358</b>	<b>274</b>	<b>158</b>	<b>203</b>	<b>304</b>
Diagéïques .....	191	172	199	203	105	133	228
Épigéïques .....	27	52	104	4	3	20	11

Le tableau II montre la proportion numérique des types biologiques dans un certain nombre de „facies“ de cette catégorie faisant partie de la forêt de hêtres. Les emplacements A—D et G se trouvent dans le bois de Gribskov, E dans l'enclos de Tokkekøb, F dans le parc aux cerfs de Frédérikborg. Les deux premiers emplacements offrent une majorité bien caractérisée de géophytes. En A le sol était de la tourbe humide réduite en terreau; cet emplacement est situé à la lisière de la forêt, qui est limitée à l'est par une tourbière drainée, devenue aujourd'hui une prairie. Avec leur haute taille, *Equisetum silvaticum* et *Mercurialis perennis* apparaissent au premier coup d'œil comme de beaucoup prédominants. B se trouve sur un penchant nord qui descend vers une prairie. En certains endroits il y a un peu de mousse; mais aucune formation de tourbe sèche n'apparaît nettement. Ce qui frappe surtout les yeux, c'est le grand nombre de muguets. Aux points suivants (C—F) les géophytes et les hémicryptophytes ont à peu près la même importance numérique (chaque groupe représente de 40 à 60 % des herbes perennes). C fait partie d'une vieille forêt très claire avec terreau profond et très riche végétation sur le sol. D fait partie d'un espace analogue mais moins éclairé et moins luxuriant. En E la forêt était bien ouverte et claire, mais la végétation inférieure était malgré cela pauvre à la fois en espèces et en individus. Il faut noter en particulier le petit nombre des représentants d'*Anemone nemorosa*. Les espèces dominantes

étaient: *Asperula odorata* et *Milium effusum*. Ce facies pauvre d'asperula—miliun n'est pas rare dans les forêts de hêtres médiocres. F provient d'un sol de terreau à végétation inférieure moyennement riche. L'emplacement G diffère des autres par la forte majorité d'hémicryptophytes, lesquels représentent 60,4 % des herbes perennes. L'emplacement C est le seul qui se rapproche de celui-là. Le sol consistait en terreau humide. Non loin de cet endroit se trouvait une pièce de terre plantée de frênes. Les hêtres étaient anciens, élancés et élevés, la végétation du sol très riche. *Mercurialis*, avec sa haute taille, faisait l'impression d'être l'espèce dominante.

Dans tous ces exemples de forêts de hêtres pas trop sombres, deux traits caractéristiques se présentent régulièrement: dans la végétation du sol les herbes diagéiques mésomorphes sont en grande majorité, et de plus la grande majorité de ces plantes sont vertes tout l'été. Il en va autrement de la distinction entre géophytes et hémicryptophytes. Dans quelques cas les géophytes prédominent, dans d'autres cas ce sont les hémicryptophytes, et enfin il existe des cas où ils sont à peu près égaux en nombre. Tel est également l'état de choses dans les localités 3, 4 et 5 de Raunkjær. On doit donc se demander si l'on est fondé à distinguer deux sous-formations d'après la position des boutons hivernants sous l'écorce du sol ou dans cette écorce. Comme on ne peut observer de différence dans la nature du terreau ou dans d'autres conditions aux endroits où les géophytes toujours verts sont dominants et aux endroits où dominent les hémicryptophytes diagéiques toujours verts, nous devons résoudre cette question par la négative. Il en va autrement de la distinction entre les espèces diagéiques et les espèces épigéiques. Lorsque les conditions d'existence sont particulièrement bonnes, notamment aux points les mieux éclairés, on trouve une sous-végétation très riche en espèces et en individus, et dans ce nombre beaucoup d'espèces épigéiques. C'est un fait

connu que dans une végétation d'herbes très riche en individus les racines forment un tapis ferme où les espèces diagéiques ont peine à prospérer. La localité C nous offre un état de choses qui approche de celui-là.

Dans les autres formations que j'ai examinées la distinction entre géophytes et hémicryptophytes s'est également trouvée inutile, et je les réunis par conséquent sous la désignation commune d'herbes. Pourtant dans certaines sous-formations presque toutes les plantes diagéiques étaient des géophytes, et il faut donc admettre que la position protégée des boutons a de l'importance pour eux. Ainsi la grande majorité des herbes à feuilles caduques en été sont des géophytes. Je suppose que ces plantes précoces de printemps ont avantage à pouvoir commencer les processus physiologiques qui précèdent la germination dans une couche de terre profonde qui ne gèle pas en hiver. Il se peut que le fait ait d'autres causes.

La sous-formation IV caractérise un sol de terreau pas trop recouvert d'ombre. Lorsque la forêt devient plus claire, un nombre plus ou moins grand d'espèces superterrestres vient s'ajouter aux espèces souterraines. Sur un bon terreau mêlé d'argile la végétation du sol devient ainsi très riche à la fois en espèces et en individus. La localité C en fournit un exemple. La localité 6 de Raunkiær appartient incontestablement à la même catégorie. Sur les limites de la forêt apparaît souvent, comme on le sait, un sol dur, pauvre en humus, où *Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata* et d'autres hémicryptophytes épigéiques se trouvent représentées par un grand nombre d'individus. Mais dans la localité de Raunkiær (p. 66) les herbes diagéiques et épigéiques sont à peu près en nombre égal et la végétation du sol s'est comportée de la même manière aux points où je l'ai étudiée dans la forêt de hêtres.

Nous approchons par conséquent de la sous-formation V : forêt d'arbres à feuilles avec végétation du sol

composée d'herbes épigéiques; mais je n'ai pas rencontré dans la forêt de hêtres cette sous-formation avec son aspect caractéristique.

Dans les endroits fortement ombragés disparaissent peu à peu les espèces toujours vertes, et les sous-formations II et III apparaissent, pour faire place, dans les endroits encore plus sombres, à la sous-formation VI: forêt d'arbres à feuilles avec végétation clairsemée sur le sol. Mais il n'en est ainsi que sur un sol de terreau, et la sous-formation VI ne se trouve guère que dans une forêt très jeune. Cependant on voit souvent une forêt ancienne, et même très claire, avec un sol recouvert de feuilles mortes, mais entièrement dépourvu de végétation depuis le commencement du printemps jusqu'à l'automne. Les hêtres ont souvent ici une croissance noueuse, et sous les feuilles mortes j'ai toujours trouvé en ces endroits une couche de terre noire, ferme, qui était visiblement de la tourbe ancienne. Assez souvent quelques exemplaires d'*Aira flexuosa* témoignent encore de l'époque où le sol était de la tourbe typique.

J'ai étudié dans la Suède méridionale de nombreuses localités avec forêts à feuilles: j'ai fait cet examen dans les provinces de Småland et de Bleking. En Småland, une forêt de *Betula pubescens* ou une forêt composée de bouleaux, de pins et de sapins, sont très fréquentes sur un sol marécageux et riche en tourbe. Sur un sol frais, bien drainé, et notamment sur les bords de lacs et de cours d'eau, où le dépôt aqueux s'abaisse en été sensiblement au-dessous de la surface, on voit apparaître l'aune, et il y a une forêt à feuilles formée d'un mélange d'aune et de bouleau. Si le sol est encore mieux drainé, on voit croître le tremble, le frêne, le chêne et d'autres espèces d'arbres. La forêt à feuilles la plus belle et la plus drue se trouve sur les pentes des vallées. En ces endroits on peut rencontrer souvent un grand nombre d'arbres à feuilles, et des exemplaires beaux et robustes. Sur la

frontière entre le Småland et le Bleking les bois uniquement composés de conifères sont déjà rares. Sur les terrains unis on trouve une forêt composite comprenant le sapin, le pin et *Betula verrucosa*. Dans ces bois poussent çà et là un plus ou moins grand nombre d'exemplaires de *Quercus pedunculata*, de charme et de hêtre. Un peu plus au sud, la forêt d'arbres à feuilles devient dominante. Outre *Quercus pedunculata*, qui est l'espèce de chêne la plus abondante, on trouve aussi *Quercus sessiliflora*, qui est peu fréquent en Småland.

Des forêts à feuilles comme les forêts cultivées du Danemark, se composant d'une seule espèce d'arbres, ne sont pas fréquentes en Suède. On peut cependant rencontrer de temps à autre dans ces forêts composites des espaces plus ou moins grands où pousse une seule espèce. La végétation du sol est très variable dans ces forêts que l'homme n'a pas semées. Tantôt les arbres sont dispersés et tantôt très serrés; tantôt l'étage supérieur est formé d'une espèce d'arbre donnant peu d'ombre, et tantôt, — à peu de distance de là, — il se compose d'une espèce dont l'ombrage est épais. En beaucoup d'endroits le sol rocheux apparaît et cause de grandes lacunes dans la forêt.

Tableau III.

	A	B		A	B
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>50</b>	<b>50</b>	Orobus tuberosus.....	4	—
Fagus silvatica.....	50	50	Adoxa moschatellina...	—	21
<b>Microphanérophytes</b> ....	<b>6</b>	—	Primula officinalis.....	7	—
Corylus avellana.....	6	—	Hepatica triloba.....	27	—
<b>Nanophanérophytes</b> ....	—	<b>1</b>	Fragaria vesca.....	4	—
Ribes grossularia.....	—	1	Viola silvatica.....	3	—
<b>Chaméphytes</b> .....	<b>5</b>	—	Poa nemoralis.....	2	—
Veronica chamædryis...	1	—	<b>Géophytes</b> .....	<b>55</b>	
Aira flexuosa.....	4	—	Majanthemum bifolium..	40	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>168</b>	<b>71</b>	Convallaria majalis.....	—	38
Milium effusum.....	35	—	Anemone nemorosa.....	10	2
Vicia sepium.....	40	—	Phegopteris dryopteris..	5	—
Trientalis europæa.....	18	—	<b>Points</b> .....	<b>284</b>	<b>162</b>
Oxalis acetosella.....	15	50	diagéiques.....	180	111
Mercurialis perennis....	13	—	épigéiques.....	48	—

Le tableau III donne un exemple de deux espaces de hêtres. A provient d'une forêt composite d'arbres à feuilles située à 1 km. environ à l'ouest de la station de Djupadal en Bleking. Le sol se composait de blocs de moraine plus ou moins gros sur lesquels s'était généralement constituée une couche plus ou moins épaisse de terreau recouvert de feuilles mortes. Comme on le voit par le tableau, la végétation du sol se composait principalement d'herbes diagéiques appartenant à des espèces qui sont également fréquentes dans les forêts de hêtres du Danemark. Les quelques touffes d'*Aira* croissaient sur un sol de pierres. La localité B provient de Djupadal. On trouve ici une assez grande portion de terrain plantée de hêtres non mélangés d'autres espèces d'arbres. Le terrain est formé de graviers de moraine. Çà et là quelques rochers moutonnés perçaient à travers le gravier. Les hêtres poussent sur ce gravier de moraine et couvrent complètement de leur ombre les rochers dont la surface ne dépasse pas pour chacun quelques mètres carrés; aussi cette surface est-elle tapissée partout de feuilles mortes. Le tapis de feuilles est très épais sur le gravier de moraine, et audessous de lui se trouve une couche de tourbe sèche. Il n'existe au ras du sol aucune végétation. Les surfaces en pente égale des rochers moutonnés sont recouvertes d'une couche de terreau épaisse de 5 à 10 cm. et l'on trouve ici une riche végétation, une facies d'Oxalis, comme on peut le voir par le tableau. Comme les conditions de lumière sont les mêmes sur les rochers et sur le gravier de moraine, l'absence de végétation sur ce dernier terrain ne saurait être due au défaut de rayons lumineux. Nous voyons dans le voisinage un bois bien ouvert composé de chênes auxquels se mêlent quelques hêtres. Le sol est formé d'une tourbe sèche pas très ferme où croît le *Vaccinium myrtillus*. Ici les rochers n'ont pas d'arbres, et les lichens constituent leur seule végétation. Je suppose que dans la forêt de hêtres le hêtre

a supplanté le chêne, ou que peut-être on l'y a planté. Le revêtement de tourbe du gravier de moraine a empêché les herbes diagéiques d'y trouver des conditions de vie favorables après que l'ombre eut tué les chamæphytes de la forêt plus claire. Mais sur les dalles des roches primitivement nues, où les feuilles tombées ont formé peu à peu un bon terreau, les conditions se sont trouvées favorables à des plantes vivant sur un sol de terreau.

Tableau IV.

	A	B	C	D	E	F	G
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>100</b>	<b>61</b>	<b>57</b>	<b>65</b>	<b>77</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>Quercus pedunculata</i> .....	50	35	—	—	—	—	—
<i>Alnus glutinosa</i> .....	—	—	50	38	5	—	—
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	7	17	50	50	50
<i>Carpinus betulus</i> .....	50	—	—	—	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	—	—	—	10	20	—	—
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	—	26	—	—	2	—	—
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	—	<b>5</b>	—	<b>2</b>
<i>Euonymus europæus</i> .....	—	12	—	—	—	—	—
<i>Rhamnus Frangula</i> .....	—	1	2	—	5	—	2
<i>Corylus avellana</i> .....	8	—	—	—	—	—	—
<i>Cerasus Padus</i> .....	—	2	—	—	—	—	—
<i>Pyrus Malus</i> .....	2	—	—	—	—	—	—
<b>Nanophanérophytes</b> .....	—	—	<b>2</b>	<b>1</b>	—	—	<b>5</b>
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	—	—	—	—	—	—	4
<i>Sorbus suecica</i> .....	—	—	—	1	—	—	—
<i>Myrica gale</i> .....	—	—	2	—	—	—	—
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	—	—	—	—	—	—	1
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>10</b>	—	<b>6</b>	<b>45</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>18</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	—	—	—	20	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	—	—	1	10	—	—	3
<i>Calluna vulgaris</i> .....	—	—	—	—	—	2	—
<i>Aira flexuosa</i> .....	—	—	2	15	6	—	15
<i>Veronica chamædryis</i> .....	6	—	3	—	—	—	—
<i>Galium saxatile</i> .....	4	—	—	—	—	—	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>58</b>	<b>149</b>	<b>169</b>	<b>103</b>	<b>48</b>	<b>63</b>	<b>132</b>
<i>Vicia sepium</i> .....	10	1	—	—	—	—	—
<i>Galium boreale</i> .....	—	6	—	—	—	—	—
<i>Galium palustre</i> .....	—	1	1	—	—	—	—
<i>Orobus tuberosus</i> .....	24	2	—	—	—	—	—
<i>Circium heterophyllum</i> .....	—	24	—	—	—	—	—
<i>Geranium silvaticum</i> .....	—	12	—	—	—	—	—

	A	B	C	D	E	F	G
<i>Rubus idæus</i> . . . . .	—	11	23	37	11	—	50
<i>Campanula persicæfolia</i> . . . . .	—	1	—	—	—	—	—
<i>Lysimachia vulgaris</i> . . . . .	—	—	—	—	5	—	—
<i>Trientalis europæa</i> . . . . .	—	—	—	1	—	50	50
<i>Urtica dioica</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	1
<i>Oxalis acetosella</i> . . . . .	—	—	40	49	—	—	—
<i>Spiræa ulmaria</i> . . . . .	—	5	5	—	4	—	—
<i>Mollinia caerulea</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	25
<i>Ajuga pyramidalis</i> . . . . .	—	—	1	—	—	—	—
<i>Viola palustris</i> . . . . .	—	—	40	—	—	—	—
<i>Viola silvatica</i> . . . . .	6	3	1	—	2	—	—
<i>Poa nemoralis</i> . . . . .	14	—	—	—	11	13	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i> . . . . .	—	—	1	—	1	—	—
<i>Agrostis vulgaris</i> . . . . .	—	—	—	2	—	—	—
<i>Agrostis canina</i> . . . . .	—	—	—	5	—	—	—
<i>Agrostis alba</i> . . . . .	—	—	26	—	3	—	—
<i>Dactylis glomerata</i> . . . . .	2	—	—	—	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i> . . . . .	—	—	9	4	—	—	—
<i>Lactuca muralis</i> . . . . .	—	—	—	—	5	—	—
<i>Rubus cæsius</i> . . . . .	—	3	2	—	—	—	—
<i>Fragaria vesca</i> . . . . .	—	2	7	—	5	—	—
<i>Ranunculus repens</i> . . . . .	—	—	4	—	—	—	—
<i>Hieracium vulgatum</i> . . . . .	—	—	—	—	1	—	—
<i>Potentilla tormentilla</i> . . . . .	—	—	9	—	—	—	—
<i>Geum rivale</i> . . . . .	—	21	—	—	—	—	—
<i>Succisa pratensis</i> . . . . .	—	2	—	—	—	—	—
<i>Angelica silvestris</i> . . . . .	—	7	—	—	—	—	—
<i>Puecedanum palustre</i> . . . . .	—	6	—	—	—	—	—
<i>Hieracium pilosella</i> . . . . .	2	—	—	—	—	—	—
<i>Moehringia trinervia</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	6
<i>Lastræa spinulosa</i> . . . . .	—	—	—	5	—	—	—
<i>Calamagrostis arundinacea</i> . . . . .	—	42	—	—	—	—	—
<b>Géophytes</b> . . . . .	<b>60</b>	<b>54</b>	<b>30</b>	<b>65</b>	<b>76</b>	—	<b>6</b>
<i>Anemone nemorosa</i> . . . . .	38	1	22	20	5	—	—
<i>Convallaria majalis</i> . . . . .	22	44	—	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> . . . . .	—	—	6	5	—	—	6
<i>Melica nutans</i> . . . . .	—	9	—	—	23	—	—
<i>Paris quadrifolia</i> . . . . .	—	—	2	—	—	—	—
<i>Phegopteris dryopteris</i> . . . . .	—	—	—	34	48	—	—
<i>Pteridium aquilinum</i> . . . . .	—	—	—	6	—	—	—
<b>Thérophytes</b> . . . . .	<b>8</b>	—	—	—	—	—	<b>4</b>
<i>Galium aparine</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	4
<i>Melampyrum pratense</i> . . . . .	8	—	—	—	—	—	—
<b>Points</b> . . . . .	<b>246</b>	<b>279</b>	<b>266</b>	<b>279</b>	<b>212</b>	<b>115</b>	<b>217</b>
Diagéiques . . . . .	98	112	135	182	92	50	111
Épigéiques . . . . .	30	91	64	31	38	15	46

Le tableau IV A et B donne des exemples de forêt d'arbres à feuilles de caractère mixte sur des terrains relativement secs. A est emprunté à une position de forêt au sud-ouest de Bredåkra en Bleking (Suède). La forêt est bien ouverte. La végétation du sol se compose en majorité d'herbes épigées. Seulement dans les endroits les plus ombragés et les mieux protégés contre le vent, la terre est couverte d'une épaisse couche de feuilles, et on y trouve des herbes diégées comme végétation du sol. Comme l'espace examiné était petit, nous n'avons pris que 25 carrés. C'est pourquoi les points obtenus sont multipliés par 2 sur le tableau. En cet endroit la végétation du sol peut être désignée comme un facies d'anémones avec quelque mélange d'éléments provenant du facies environnant de *Poa nemoralis*.

B provient de Hanefors, paroisse de Torsås, en Småland (Suède). On trouve en ce point, le long de la rivière de Skye Å, une forêt à feuilles de caractère mixte, interrompue par des prairies. La forêt diffère selon l'humidité du sol. Le chêne domine aux endroits les plus élevés et les plus secs. Le sol est très pierreux. En certains points les pierres nues apparaissent; en d'autres points elles sont recouvertes de feuilles mortes et de terreau. La *Calamagrostis arundinacea* est par sa taille la plante la plus en vue dans la végétation du sol. En quelques endroits la *Melica nutans* prend sa place, notamment quand il y a entre les pierres un terreau plus abondant. Certaines espèces qui appartiennent à un niveau plus humide, comme *Spiræa ulmaria*, *Geum rivale*, *Peucedanum palustre*, croissent dans des trous plus profonds entre les pierres.

Sur le tableau IV, C et D fournissent des exemples d'un sol un peu plus humide avec forêt ombreuse où domine l'aune. C provient de Sunnansjö, paroisse de Torsås, en Småland (Suède); c'est un terreau bien drainé situé dans le voisinage de la rivière de Skye Å, laquelle est ici canalisée, ce qui a

très sensiblement abaissé le niveau de sa surface. A quelque distance du canal, la forêt d'aunes fait place à une forêt de bouleaux avec sous-végétation de vacciniacées sur un sol de tourbe fort marécageux. D provient des bords du lac de Torsjö, qui est traversé par la rivière de Skye. Le terrain est en pente et par suite bien drainé. En terrain plat domine *Betula pubescens* avec des vacciniacées comme sous-végétation sur sol de tourbe sèche.

Les colonnes E—G du tableau IV donnent des exemples de forêts de bouleaux avec sous-végétation d'herbes diagéiques. E provient de Sunnansjö; sol très pierreux dans le voisinage du canal. La végétation du sol est en partie semblable à celle de la forêt d'aunes de C et D, tableau IV. Les espèces dominantes sont *Phegopteris dryopteris* et *Melica nutans*. Par contre les exemples F et G proviennent d'un sol de tourbière et correspondent au plus haut développement de la forêt de bouleaux sur de la tourbe en décomposition. F provient de la tourbière de Djurle Myr, paroisse d'Uråsa, en Småland (Suède). *Trientalis* était l'espèce dominante dans la végétation du sol. En d'autres endroits, le *Majanthemum* était également abondant à côté de *Trientalis*. G provient de la tourbière de Bøllemosen près de Skodsborg en Danemark (île de Séeland). Ici la forêt est moins sombre qu'à Djurle Myr, et le nombre des espèces est aussi plus grand. *Rubus idæus* domine à côté de *Trientalis* de même que dans une partie des exemples cités ci-dessus de forêts d'aunes et de bouleaux.

Tableau V.

	A	B	C	D	E	F
Mésophanérophytes .....	100	75	100	50	50	88
<i>Quercus pedunculata</i> .....	50	8	50	50	50	18
<i>Fagus silvatica</i> .....	50	9	—	—	—	—
<i>Carpinus betulus</i> .....	—	28	50	—	—	—
<i>Tilia intermedia</i> .....	—	25	—	—	—	—
<i>Acer platanoides</i> .....	—	5	—	—	—	—
<i>Alnus glutinosa</i> .....	—	—	—	—	—	25
<i>Populus tremula</i> .....	—	—	—	—	—	23

	A	B	C	D	E	F
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	—	—	—	22
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>27</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	—	—	<b>10</b>
<i>Corylus avellana</i> .....	23	3	21	—	—	—
<i>Cerasus padus</i> .....	—	—	—	—	—	3
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	—	—	—	—	—	3
<i>Euonymus europæus</i> .....	—	—	—	—	—	4
<i>Rosa canina</i> .....	3	—	—	—	—	—
<i>Prunus spinosa</i> .....	1	—	3	—	—	—
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>73</b>	<b>90</b>	<b>86</b>	<b>9</b>
<i>Calluna vulgaris</i> .....	—	—	—	—	1	—
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	—	—	—	—	12	—
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	—	2	—	—	6	—
<i>Aira flexuosa</i> .....	—	14	38	49	50	—
<i>Veronica chamædrys</i> .....	6	—	35	36	17	9
<i>Veronica officinalis</i> .....	—	—	—	5	—	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>106</b>	<b>61</b>	<b>175</b>	<b>239</b>	<b>182</b>	<b>198</b>
<i>Vicia sepium</i> .....	11	—	7	—	—	—
<i>Mercurialis perennis</i> .....	6	—	—	—	—	—
<i>Hypericum perforatum</i> .....	—	—	4	2	—	2
<i>Campanula persicæfolia</i> .....	—	—	3	3	9	—
<i>Orobus tuberosus</i> .....	—	3	29	34	9	—
<i>Ajuga pyramidalis</i> .....	—	—	—	2	—	—
<i>Galium silvestre</i> .....	—	—	—	1	—	—
<i>Achillea millefolium</i> .....	—	—	—	8	—	—
<i>Campanula rotundifolia</i> .....	—	—	—	3	—	—
<i>Geranium silvaticum</i> .....	—	—	—	—	—	16
<i>Oxalis acetosella</i> .....	—	6	—	—	—	10
<i>Calamagrostis arundinacea</i> .....	—	44	—	—	—	—
<i>Briza media</i> .....	—	—	—	2	—	—
<i>Poa nemoralis</i> .....	48	1	27	4	—	44
<i>Poa trivialis</i> .....	—	—	—	—	4	—
<i>Festuca ovina</i> .....	—	—	—	9	15	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i> .....	—	—	3	45	50	—
<i>Dactylis glomerata</i> .....	—	—	4	—	—	4
<i>Sieglingia decumbens</i> .....	—	—	—	1	—	—
<i>Agrostis alba</i> .....	—	—	3	—	10	—
<i>Agrostis vulgaris</i> .....	—	—	—	—	4	—
<i>Aira cæspitosa</i> .....	—	—	—	—	—	8
<i>Carex sylvatica</i> .....	—	1	—	1	—	3
<i>Luzula pilosa</i> .....	—	5	16	7	26	1
<i>Luzula campestris</i> .....	—	—	—	—	8	—
<i>Spiræa ulmaria</i> .....	—	—	—	—	—	9
<i>Hepatica triloba</i> .....	10	—	—	—	—	—
<i>Fragaria vesca</i> .....	14	—	27	8	—	21
<i>Geranium robertianum</i> .....	1	—	—	—	—	—

	A	B	C	D	E	F
<i>Viola silvatica</i> .....	1	—	7	12	—	9
<i>Potentilla tormentilla</i> .....	—	—	23	40	23	1
<i>Hieracium vulgatum</i> .....	—	—	14	20	15	4
<i>Hieracium umbellatum</i> .....	—	—	5	1	—	—
<i>Hieracium pilosella</i> .....	—	—	—	3	—	—
<i>Rumex acetosa</i> .....	—	—	3	11	9	—
<i>Alchimilla vulgaris</i> .....	—	—	—	1	—	3
<i>Trifolium pratense</i> .....	—	—	—	3	—	—
<i>Trifolium repens</i> .....	—	—	—	2	—	—
<i>Arnica montana</i> .....	—	—	—	16	—	—
<i>Geum rivale</i> .....	—	—	—	—	—	30
<i>Peucedanum palustre</i> .....	—	—	—	—	—	1
<i>Succisa pratensis</i> .....	—	—	—	—	—	2
<i>Ranunculus repens</i> .....	—	—	—	—	—	9
<i>Taraxacum vulgare</i> .....	—	—	—	—	—	1
<i>Anthriscus silvestris</i> .....	—	—	—	—	—	15
<i>Angelica silvestris</i> .....	—	—	—	—	—	3
<i>Rubus cæsius</i> .....	—	—	—	—	—	2
<i>Polypodium vulgare</i> .....	13	—	—	—	—	—
<i>Lastrea filix mas</i> .....	2	1	—	—	—	—
<b>Géophytes</b> .....	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>55</b>	<b>2</b>	<b>33</b>	<b>5</b>
<i>Anemone nemorosa</i> .....	3	—	5	2	1	—
<i>Convallaria majalis</i> .....	—	14	50	—	32	—
<i>Polygonatum multiflorum</i> .....	—	—	—	—	—	3
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	—	1	—	—	—	—
<i>Melica nutans</i> .....	6	3	—	—	—	2
<i>Phegopteris dryopteris</i> .....	3	—	—	—	—	—
<i>Agropyrum repens</i> .....	5	—	—	—	—	—
<b>Thérophytes</b> .....	—	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	—
<i>Melampyrum pratense</i> .....	—	1	2	33	24	—
<i>Melampyrum nemorosum</i> .....	—	—	12	3	—	—
<b>Points</b> .....	<b>256</b>	<b>174</b>	<b>441</b>	<b>417</b>	<b>375</b>	<b>310</b>
Diagéiques.....	34	29	98	55	69	33
Épigéiques.....	95	66	205	276	232	179

Sous-formation V. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation d'herbes mésomorphes épi-géiques. Cette sous-formation se trouve dans deux „facies“ principaux très différents et sur des sols très divers. Le premier facies principal appartient à un sol de gros graviers de moraine avec très peu de détritns. L'ombre est le plus souvent assez forte et la sous-végétation est formé par les

espèces attachées au sol qui sont ailleurs la minorité dans la végétation de terreau recouverte d'ombre. Le second facies principal appartient à une forêt ouverte, claire, à sol pauvre en terreau. Les localités A et B sont des exemples du premier facies. A provient de la même forêt que III A, à l'ouest de Djupadal en Bleking (Suède), mais cet exemple nous montre la végétation en un point un peu plus éclairé où la forêt, au lieu d'être un pur bois de hêtre, est mélangée de chênes. Les dalles du gravier de moraine ne sont ici recouvertes que d'une mince couche de terreau et présentent le facies de *Poa nemoralis* que l'on voit sur le tableau. Les petites pierres sont recouvertes de touffes d'*Aira*, tandis que le terreau épais accumulé dans les cavités qui séparent les grandes pierres nourrit une végétation d'herbes diagéiques comme *Melica nutans*, *Mercurialis perennis*, *Phegopteris dryopteris*, *Vicia sepium*, etc. . . . La cause pour laquelle on trouve en cet endroit un facies de *Poa*, c'est donc la très mince couche de terreau qui n'est pas suffisamment profonde pour les rhizomes souterrains. Là où la couche de terreau est plus épaisse, la végétation consiste en herbes diagéiques. B est un exemple de la forêt mixte, très riche en espèces, qui est générale le long des pentes des vallées du Bleking sur du gros gravier de moraine fortement incliné. La localité examinée se trouve à Hofmansbygd entre la ville de Karlshamn et Vislanda. Le coteau est formé de blocs de rochers assez grands. La plupart sont nus; seulement les intervalles entre ces blocs et les dalles les plus plates sont recouverts de feuilles mortes, et là s'est formée une maigre couche de terreau. La forêt est sombre et la sous-végétation pauvre. L'espèce dominante est la *Calamagrostis arundinacea*. Dans les petites cavités de terreau situées entre les pierres, là où le terreau est plus profond et les cavités plus grandes, l'espèce indiquée fait place à la *Melica nutans*. En ces endroits l'*Anemone nemorosa* peut aussi être abondante. La sous-formation V ne se trouve que

sur la pente même de la vallée. Au-dessus de cette pente, lorsque le terrain devient plus uni, la variété des espèces d'arbres disparaît. Le chêne reste seul et la sous-végétation est formée, comme c'est la règle dans les forêts de chênes du Bleking, par *Vaccinium myrtillus*, *Aira flexuosa* et *Convallaria maialis*. La terre y est aigre et couverte de tourbe sèche. L'*Aira* aime particulièrement le sol pierreux plat.

Les autres exemples du tableau V proviennent de forêts claires, ouvertes, avec terreau pauvre en humus. La forêt ouverte est très fréquente en Suède. Après qu'on a abattu des arbres, on laisse en général à la forêt elle-même le soin de se reconstituer. Les nouvelles pousses sont d'ordinaire très irrégulièrement réparties. En certains points plusieurs arbres poussent dans le voisinage immédiat les uns des autres, de façon qu'ils gênent mutuellement leur croissance. En d'autres points il y a de grands intervalles découverts. Comme les forêts sont utilisées pour le pâturage, ces intervalles peuvent difficilement se peupler d'arbres, surtout dans le voisinage des chemins et des barrières. L'abattage ultérieur des arbres les plus précieux rend la forêt encore plus ouverte. Dans la province suédoise de Bleking les forêts ouvertes ont ordinairement une sous-végétation d'hémicryptophytes épigéiques. Le cas est le même en Småland pour les forêts, — notamment celles de chênes, — qui se trouvent sur des pentes de collines où les eaux ont un écoulement facile. Sur terrain plat se trouvent la bruyère, l'*Aira* et autres chamæphytes, de sorte que nous avons un facies de transition, ou bien encore une sous-végétation de chamæphytes épigéiques en majorité, la formation de la tourbe sèche faisant disparaître peu à peu la plupart des hémicryptophytes. Mais le piétinement du bétail peut empêcher longtemps la formation de la tourbe et favoriser la végétation des hémicryptophytes aux alentours des chemins et particulièrement dans le voisinage

des barrières par lesquelles on fait passer le bétail dans les parcelles de forêt entourées de clôtures.

C est un exemple de forêt mixte de chênes et de charmes. Cet exemple est pris en Bleking, dans la même forêt que IV A. Sur les espaces découverts, la sous-formation V dominait; et c'était la sous-formation IV dans les endroits les mieux ombragés et les mieux protégés contre le vent. D provient d'une forêt de chênes ouverte située près de Hallabro dans le nord du Bleking. E provient d'une forêt de chênes près de Torsås en Småland. Comme il arrive ordinairement en Småland et en Bleking, la sous-formation V ne se trouve que dans la forêt de chênes très ouverte. Dès qu'il y a un peu d'ombre, on voit sur le sol une végétation de vacciniées sur tourbe légère formée de mousse. F provient d'une forêt de *Populus tremula* mélangé à diverses autres espèces d'arbres. Cette forêt est située à Hanefors, paroisse de Torsås, en Småland, sur le bord de Skye Å. Elle est peu ombreuse. Le sol est pierreux, avec un terreau très riche en humus et une épaisse couverture de feuilles mortes. Mais les nombreuses racines et rhizomes de l'abondante végétation rendent le terreau fort dur. Cette localité présente donc par son sol une grande ressemblance avec les localités A et B, mais l'ombre y est beaucoup plus faible.

Tableau VI.

<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>50</b>	<i>Viola silvatica</i> .....	8
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	50	<i>Fragaria vesca</i> .....	8
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>46</b>	<i>Ficaria verna</i> .....	6
<i>Ulmus montana</i> .....	37	<i>Primula elatior</i> .....	3
<i>Acer pseudoplatanus</i> .....	9	<i>Rubus idæus</i> .....	3
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>1</b>	<i>Lactuca muralis</i> .....	1
<i>Fagus silvatica</i> .....	1	<i>Ranunculus bulbosus</i> .....	1
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>163</b>	<b>Géophytes</b> .....	<b>17</b>
<i>Spiræa ulmaria</i> .....	7	<i>Circeæ lutetiana</i> .....	15
<i>Mollinia caerulea</i> .....	41	<i>Asperula odorata</i> .....	2
<i>Taraxacum vulgare</i> .....	30		
<i>Carex silvatica</i> .....	24	<b>Points</b> .....	<b>277</b>
<i>Geum rivale</i> .....	16	Diagéïques .....	20
<i>Geranium robertianum</i> .....	15	Épigéïques .....	160

Je n'ai rencontré que rarement cette sous-formation dans les forêts d'arbres à feuilles du Danemark. A la lisière des forêts de chênes et dans des espaces plantés de frênes j'ai trouvé en général une forme intermédiaire entre les sous-formations IV et V. Cependant le tableau VI nous montre un exemple de la sous-formation V dans un bois de frênes danois. Ce bois se trouve dans la forêt de Trørød Hegn (île de Séeland), sur un sol humide drainé par un fossé. Le sol est un terreau très faible en substances constitutives de l'humus. La forêt est peu ombreuse. Bien que la *Molinia cærulea* se trouve en grande abondance, il n'y a pas trace de formation de tourbe.

Tableau VII.

<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>82</b>	<i>Campanula persicæfolia</i> .....	1
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	43	<i>Spiræa ulmaria</i> .....	47
<i>Alnus gentinosa</i> .....	39	<i>Geum rivale</i> .....	11
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>7</b>	<i>Peucedanum palustre</i> .....	20
<i>Rosa canina</i> .....	6	<i>Caltha palustris</i> .....	8
<i>Rhamnus frangula</i> .....	1	<i>Circium palustre</i> .....	4
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>149</b>	<i>Ranunculus repens</i> .....	4
<i>Geranium silvaticum</i> .....	15	<i>Alchimilla vulgaris</i> .....	3
<i>Lysimachia vulgaris</i> .....	6	<i>Angelica silvestris</i> .....	2
<i>Talictum flavum</i> .....	4	<i>Rubus cæsius</i> .....	1
<i>Eupatorium cannabinum</i> .....	4	<b>Géophytes</b> .....	<b>18</b>
<i>Lycopus europæus</i> .....	4	<i>Anemone nemorosa</i> .....	6
<i>Epilobium hirsutum</i> .....	4	<i>Melica nutans</i> .....	6
<i>Galium boreale</i> .....	3	<i>Phegopteris polypodioides</i> ....	6
<i>Viola palustris</i> .....	3	<b>Points</b> .....	<b>256</b>
<i>Galium palustre</i> .....	1	Diagétiques .....	67
<i>Circium heterophyllum</i> .....	4	Épigéiques .....	100

Le tableau VII donne la statistique des chiffres de fréquence pour une forêt d'arbres à feuilles située sur du gravier humide mais bien drainé. La localité est Hanefors, immédiatement sur le bord de Skye Å. Le sous-sol consiste en gros graviers où les pierres percent de tous côtés: entre les pierres croissent beaucoup d'espèces qui appartiennent aux rives marécageuses des rivières. Les pierres elles-mêmes sont en général recouvertes

d'une mince couche de terreau. L'espèce dominante est la *Spiraea ulmaria*, qui a généralement un court rhizome à direction oblique, mais qui, dans les endroits où le sol est plus léger, a quelque chose qui se rapproche d'un rhizome souterrain errant. Un certain nombre d'autres espèces, par exemple *Geum rivale* et *Alchimilla vulgaris*, qui de même ont normalement un court rhizome oblique, présentaient ici un rhizome atteignant jusqu'à 10—20 cm., mais rampant sur le sol. Dans tous les cas les rhizomes ne descendaient pas plus profondément que dans le tapis de feuilles mortes. Ce facies forme donc une transition entre les sous-formations IV et V.

Tableau VIII.

	A	B		A	B
<b>Mésophanérophytes</b> . . . . .	<b>50</b>	<b>50</b>	<i>Trifolium repens</i> . . . . .	13	—
<i>Betula verrucosa</i> . . . . .	50	50	<i>Trifolium pratense</i> . . . . .	1	—
<b>Microphanérophytes</b> . . . . .	—	<b>2</b>	<i>Prunella vulgaris</i> . . . . .	2	—
<i>Juniperus communis</i> . . . . .	—	2	<i>Viola silvatica</i> . . . . .	11	—
<b>Nanophanérophytes</b> . . . . .	—	<b>6</b>	<i>Potentilla tormentilla</i> . . . . .	—	19
<i>Vaccinium uliginosum</i> . . . . .	—	6	<i>Trientalis europæa</i> . . . . .	—	47
<b>Chamæphytes</b> . . . . .	<b>84</b>	<b>114</b>	<i>Galium saxatile</i> . . . . .	1	—
<i>Vaccinium vitis idæa</i> . . . . .	—	35	<i>Oxalis acetosella</i> . . . . .	7	—
<i>Vaccinium myrtillus</i> . . . . .	—	19	<i>Orobus tuberosus</i> . . . . .	29	—
<i>Calluna vulgaris</i> . . . . .	—	10	<i>Achillea millefolium</i> . . . . .	4	—
<i>Aira flexuosa</i> . . . . .	43	49	<i>Campanula rotundifolia</i> . . . . .	1	—
<i>Empetrum nigrum</i> . . . . .	—	1	<i>Rumex acetosella</i> . . . . .	2	—
<i>Veronica chamædryd</i> . . . . .	37	—	<i>Ajuga pyramidalis</i> . . . . .	8	—
<i>Veronica officinalis</i> . . . . .	4	—	<b>Géophytes</b> . . . . .	—	<b>65</b>
<b>Hémicryptophytes</b> . . . . .	<b>223</b>	<b>156</b>	<i>Anemone nemorosa</i> . . . . .	—	24
<i>Anthoxanthum odoratum</i> . . . . .	45	—	<i>Majanthemum bifolium</i> . . . . .	—	30
<i>Agrostis alba</i> . . . . .	50	47	<i>Equisetum silvaticum</i> . . . . .	—	11
<i>Poa nemoralis</i> . . . . .	—	1	<b>Thérophytes</b> . . . . .	<b>9</b>	<b>4</b>
<i>Sieglingia decumbens</i> . . . . .	7	—	<i>Melampyrum pratense</i> . . . . .	9	4
<i>Carex silvatica</i> . . . . .	9	—	<b>Points</b> . . . . .	<b>366</b>	<b>395</b>
<i>Luzula pilosa</i> . . . . .	1	42	Diagéiques . . . . .	52	172
<i>Fragaria vesca</i> . . . . .	25	—	Épigéiques . . . . .	255	169
<i>Hieracium pilosella</i> . . . . .	7	—			

Le tableau VIII présente deux types de forêts de boulevaux très répandus en Suède. A est pris à environ 2 km. à l'ouest de Djupadal en Bleking. Le sol est pierreux et

recouvert de terreau. Il y a beaucoup de mousse. La forêt est ouverte et claire, et nourrit beaucoup d'herbes. Une forêt de ce genre, composée de *Betula verrucosa*, couvre de grands espaces, notamment sur la frontière entre les provinces toujours, elle doit son existence à ce fait que les provinces suédoises de Bleking et de Småland. Très souvent, sapin et le chêne ont été abattus dans une forêt primitivement mixte, de sorte qu'il n'est resté que le bouleau, arbre de moindre valeur. En remontant vers la province de Småland les vaccinées deviennent plus fréquentes dans ces sortes de forêts. La végétation du sol marque souvent une transition entre le facies de *Vaccinium* et la sous-formation V, ou entre ces deux facies et les chamæphytes attachés au sol de la bruyère. Mais, comme nous l'avons déjà dit, la sous-formation V est dominante le long des chemins et près des barrières, où le piétinement du bétail produit une sorte de labourage du sol. Par contre, dans les endroits où la forêt de bouleaux peut pousser vigoureusement, les vaccinées prennent le dessus conjointement avec une végétation de mousses, et l'on a une sous-végétation de chamæphytes diagéiques.

B dans le tableau VIII est un exemple tiré d'une forêt de bouleaux de Småland située à Sunnansjö, paroisse de Torsås. Le sol est pierreux; les pierres et les vieilles souches sont tapissées de mousse, qui forme une tourbe légère où les Vaccinées dominent presque sans concurrence. Dans les intervalles entre les mottes se trouve la végétation indiquée sur le tableau: c'est un type intermédiaire entre la sous-végétation d'herbes épigéiques, celle d'herbes diagéiques et celle de chamæphytes diagéiques. L'abattage des arbres donnerait la prédominance aux herbes épigéiques et à la bruyère; le creusement de fossés favoriserait les herbes diagéiques. Abandonnées à elles-mêmes, les Vaccinées prendraient peu à peu la prédominance.

Le facies qui est représenté en A dans le tableau VIII ne se trouve donc en Småland que sur de petits espaces le long

des chemins et autour des barrières, tandis qu'il couvre de grandes surfaces continues en Bleking et particulièrement sur la frontière des deux provinces. Il apparaît ici comme un signe caractéristique important de la zone où dominent les forêts à feuilles par opposition à la zone plus septentrionale où prédominent les forêts de conifères et où la formation de la tourbe est beaucoup plus active.

Tableau IX.

<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>53</b>	<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>5</b>
<i>Betula pubescens</i> .....	50	<i>Rumex acetosella</i> .....	1
<i>Picea excelsa</i> .....	3	<i>Holcus mollis</i> .....	3
		<i>Luzula multiflora</i> .....	1
<b>Chamaephytes</b> .....	<b>7</b>	<b>Thérophytes</b> .....	<b>50</b>
<i>Vaccinium vitis idææ</i> .....	5	<i>Melampyrum pratense</i> .....	37
<i>Calluna vulgaris</i> .....	1	<i>Poa annua</i> .....	13
<i>Oxycoccus palustris</i> .....	1	Champs sans plantes vasculaires.	5

Sous-formation VI. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation très clairsemée. Comme nous l'avons déjà indiqué, cette sous-formation se trouve dans des forêts plantées, de date récente, ainsi que dans des forêts plus âgées avec tourbe sèche ancienne, où l'ombre n'est pas toujours assez forte pour pouvoir exclure des plantes poussant sur le terreau. En outre j'ai assez souvent rencontré la même sous-formation dans des bois de bouleaux sur des tourbières. Le tableau IX en donne un exemple pris dans la tourbière suédoise de Djurle Myr, paroisse de Jät en Småland. Il se trouve aussi dans la tourbière danoise de Bøllelose près Skodsborg (île de Séeland). Les plantes clairsemées qu'on y rencontre sont visiblement accidentelles. Il n'y a pas encore entre les espèces de lutte active susceptible de donner la prédominance aux espèces les mieux adaptées.

Tableau X.

	A	B	C	D	E
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>50</b>	<b>89</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>Picea excelsa</i> .....	—	20	—	—	—

	A	B	C	D	E
<i>Quercus pedunculata</i> .....	50	—	—	—	—
<i>Betula pubescens</i> .....	—	16	—	—	35
<i>Betula verrucosa</i> .....	—	40	—	50	15
<i>Populus tremula</i> .....	—	—	50	—	—
<i>Alnus glutinosa</i> .....	—	13	—	—	—
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>—</b>
<i>Juniperus communis</i> .....	—	6	21	8	—
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	4	—	—	—	—
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>3</b>	—	—	—	<b>3</b>
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	3	—	—	—	3
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>131</b>	<b>94</b>	<b>160</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	12	50	36	10	47
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	48	49	50	50	50
<i>Calluna vulgaris</i> .....	—	—	—	2	5
<i>Aira flexuosa</i> .....	38	48	45	32	42
<i>Veronica chamædryis</i> .....	2	—	—	—	—
<i>Empetrum nigrum</i> .....	—	—	—	—	16
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>19</b>	<b>78</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>22</b>
<i>Calamagrostis arundinacea</i> ...	—	—	5	—	—
<i>Festuca ovina</i> .....	1	—	—	—	2
<i>Poa nemoralis</i> .....	1	2	1	—	—
<i>Luzula pilosa</i> .....	13	5	21	15	2
<i>Potentilla tormentilla</i> .....	1	8	1	—	5
<i>Hieracium vulgatum</i> .....	1	—	—	—	2
<i>Fragaria vesca</i> .....	—	3	—	—	—
<i>Agrostis alba</i> .....	—	—	—	22	3
<i>Mollinia caerulea</i> .....	—	—	—	—	5
<i>Lastræa spinulosa</i> .....	—	1	—	—	—
<i>Rubus idæus</i> .....	—	2	—	—	—
<i>Trientalis europæa</i> .....	2	7	5	—	3
<i>Orobis tuberosus</i> .....	—	—	3	—	—
<i>Oxalis acetosella</i> .....	—	50	—	—	—
<i>Campanula persicæfolia</i> .....	—	—	1	—	—
<b>Géophytes</b> .....	<b>48</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>7</b>
<i>Convallaria majalis</i> .....	47	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	—	12	19	—	4
<i>Anemone nemorosa</i> .....	1	—	6	—	1
<i>Phegopteris dryopteris</i> .....	—	11	—	—	—
<i>Pteridium aquilinum</i> .....	—	—	2	17	2
<b>Thérophytes</b> .....	<b>15</b>	—	<b>2</b>	—	<b>12</b>
<i>Melampyrum pratense</i> .....	15	—	2	—	12
<b>Points</b> .....	<b>239</b>	<b>343</b>	<b>268</b>	<b>206</b>	<b>254</b>
Diagéiques.....	113	181	122	77	110
Épigéiques.....	57	67	73	71	82

Sous-formation VII. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation de chamæphytes xéromorphes diagéiques. Nous ne mentionnerons ici que des forêts situées sur un sol qui ne provient pas de tourbières. Cette sous-formation est très ordinaire sur des tourbières; mais il est préférable d'examiner les cas de ce genre avec les autres formations végétales des tourbières.

Le tableau X fournit des exemples de types de transition entre les sous-formations mentionnées précédemment et la sous-formation VII. A provient de la paroisse de Torsås en Småland. La forêt est sur une pente. La sous-végétation d'herbes épigéiques est dominante là où les arbres sont éloignés les uns des autres, tandis que le facies indiqué ici domine là où les arbres sont serrés et où l'ombre est plus forte. L'ombre maintient la terre humide et favorise la croissance des mousses. La mousse constitue une tourbe légère, et cette tourbe de mousse nourrit ici, comme presque partout, de nombreuses Vaccinées; les herbes et les chamæphytes sont à peu près dans le rapport de 2 à 3; parmi les chamæphytes comme parmi les herbes les espèces diagéiques sont prédominantes. Ce facies doit donc être considéré comme un type intermédiaire entre les sous-formations IV et VII (herbes diagéiques et chamæphytes diagéiques). B est un exemple de facies tout à fait semblable, provenant de Hermanstorp, paroisse de Nöbbele, en Småland. La forêt se trouve sur une pente unie qui descend vers le lac de Rotnen. *Betula verrucosa* domine, mais il s'y mêle un certain nombre d'autres arbres, par exemple *Betula pubescens*, *Picea excelsa*, *Alnus glutinosa* et *Pyrus malus*. Le sol est formé de tourbe légère de mousse, se rapprochant du terreau. Le lieu est riche en sources et par suite humide, mais le terrain incliné empêche l'eau de rester stagnante. La flore du sol contient des éléments de la flore ordinaire du sol de tourbe et du sol de terreau. A côté des Vaccinées, *Oxalis* apparaît dans tous les champs examinés.

La xéromorphie est peu caractérisée. C est une portion de forêt de trembles située dans le voisinage de Hanefors, paroisse de Torsås en Småland. Le facies est voisin de celui que l'on constate dans les deux exemples précédents, mais les chamæphytes sont en grande majorité.

Tandis que F du tableau V nous montre la sous-végétation dans une forêt de trembles sur un terrain bien drainé à proximité d'une rivière, nous avons ici un exemple de ce qui se passe à une distance assez grande de la rivière, en un point où l'écoulement des eaux est difficile et la terre aigre. Les chamæphytes sont ici plus nombreux, tandis que les herbes de terreau passent au second plan.

Les exemples suivants montrent la transition entre les sous-formations V et VII (herbes épigéiques et chamæphytes diagéiques). D est un bois de bouleaux de Hofmansbygd en Bleking, près de la frontière du Småland; il est intermédiaire entre la sous-formation VII dominante dans la forêt de bouleaux de Småland et la sous-formation V si fréquente dans la forêt de bouleaux du Bleking. E est un forêt de bouleaux des bords du lac de Torsjö en Småland; elle est beaucoup plus rapprochée de la sous-formation typique VII. Les herbes y sont peu nombreuses, mais les chamæphytes sont en grande majorité, ce qui rapproche ce facies de la sous-formation IX. La sous-formation VII est la plus typique là où il y a de l'ombre, tandis que les chamæphytes épigéiques apparaissent en plus grand nombre sur les espaces découverts à sol pierreux. On peut trouver ici une sous-végétation analogue à celle des bruyères et comprenant *Aira*, *Empetrum* et *Calluna*.

Tableau XI.

	A	B	C	D
Mésophanérophytes .....	55	63	65	50
Quercus pedunculata.....	—	—	15	—
Quercus sessiliflora .....	—	—	50	—
Carpinus betulus.....	—	—	—	50
Betula pubescens .....	50	18	—	—

	A	B	C	D
<i>Betula verrucosa</i> .....	—	31	—	—
<i>Picea excelsa</i> .....	5	6	—	—
<i>Pinus silvestris</i> .....	—	8	—	—
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>4</b>	<b>3</b>	—	—
<i>Juniperus communis</i> .....	4	—	—	—
<i>Salix aurita</i> .....	—	3	—	—
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>15</b>	<b>44</b>	—	—
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	15	44	—	—
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>100</b>	<b>106</b>	<b>79</b>	<b>56</b>
<i>Vaccinium vitis idææ</i> .....	50	50	10	—
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	41	23	50	50
<i>Calluna vulgaris</i> .....	—	4	—	—
<i>Aira flexuosa</i> .....	9	—	19	6
<i>Empetrum nigrum</i> .....	—	29	—	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>1</b>	—	—	<b>10</b>
<i>Luzula pilosa</i> .....	—	—	—	4
<i>Trientalis europæa</i> .....	1	—	—	—
<i>Orobus tuberosus</i> .....	—	—	—	2
<i>Oxalis acetosella</i> .....	—	—	—	4
<b>Géophytes</b> .....	<b>1</b>	—	<b>3</b>	<b>1</b>
<i>Pteridium aquilinum</i> .....	—	—	3	1
<i>Equisetum silvaticum</i> .....	1	—	—	—
<b>Thérophytes</b> .....	—	—	<b>7</b>	—
<i>Melampyrum pratense</i> .....	—	—	7	—
<b>Points</b> .....	<b>176</b>	<b>216</b>	<b>154</b>	<b>117</b>
Diagéïques.....	108	117	63	57
Épigéïques.....	9	33	19	10

A et B du tableau XI donnent des exemples de forêts de bouleaux. A provient de Sunnansjö, paroisse de Torsås en Småland. Il représente la végétation développée sur les mottes recouvertes de mousses qui sont formées de pierres et de vieilles souches à l'ombre des bouleaux. La végétation entre les mottes était un mélange de facies de Vaccinées avec des herbes épigéïques et diagéïques, comme on le voit en B sur le tableau VIII. Comme l'indique ce tableau, les Vaccinées ont presque entièrement supplanté dans la tourbe légère de mousse l'*Aira* et les herbes. Le cas est le même dans l'exemple B, qui provient d'Ingelstad, paroisse de Torsås en

Småland. La végétation développée entre les mottes est de même espèce que dans l'exemple précédent; parfois cependant il y a tendance à une prédominance des herbes épigéiques. La seule particularité, c'est qu'ici *Betula verrucosa* est en majorité par rapport à *Betula pubescens*.

Sous-formation VIII. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation de chamæphytes mésomorphes diagéiques toujours verts. (Tableau XI, C et D). Cette sous-formation est caractéristique des bois de chênes du Bleking ou plus exactement des forêts mixtes avec prédominance du chêne. Quelques exemplaires de charme et de hêtre n'amènent en général aucun changement dans la végétation de l'étage inférieur. Presque partout le sol se compose d'une tourbe de mousse de consistance légère; en quelques endroits seulement on trouve du terreau, et alors la sous-végétation se compose d'herbes diagéiques. Sur les espaces découverts, on rencontre en général des herbes épigéiques, plus rarement une bruyère de *Calluna*. Cependant sous de petits groupes de hêtres s'observent de temps à autre des tendances vers la tourbe dure des hêtraies avec son facies d'*Aira*. Comme nous l'avons vu plus haut, je considère qu'il est plus juste de ranger *Vaccinium myrtillus* parmi les chamæphytes toujours verts, bien que cette plante perde ses feuilles en hiver; mais elle a une tige verte assimilante.

C du tableau XI provient de Djupadal en Bleking. D est un exemple de la même sous-formation dans un bois de charmes très ombrés situé sur un gravier de moraine très en pente au sud de Hofmansbygd en Bleking. La végétation inférieure était pauvre en individus, et en beaucoup d'endroits le sol était nu ou recouvert seulement d'une très mince couche de feuilles mortes.

La sous-formation VIII ne se distingue de la sous-formation VII que par son caractère mésomorphe. Dans toutes les deux le sol est formé de la même tourbe sèche, légère, mais

l'ombre est plus forte dans VIII que dans VII et par suite l'évaporation plus faible. La sous-formation VIII est donc la plus fréquente dans des forêts d'arbres plus ombrés tels que le chêne et le charme, et la sous-formation VII est la plus ordinaire dans des bois de bouleaux et de frênes.

Tableau XII.

	A	B	C	D	E
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>57</b>
<i>Fagus silvatica</i> .....	50	50	50	50	—
<i>Populus tremula</i> .....	—	—	—	—	41
<i>Alnus glutinosa</i> .....	—	—	—	—	13
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	—	—	3
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>1</b>	<b>47</b>	<b>22</b>	<b>47</b>	<b>62</b>
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	—	—	21 <sup>1</sup>	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	1	—	1	—	—
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>50</b>	<b>89</b>	<b>62</b>	<b>97</b>	<b>87</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	—	—	—	—	12
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	—	47	—	6	—
<i>Calluna vulgaris</i> .....	—	—	—	41	50
<i>Aira flexuosa</i> .....	50	42	50	50	25
<i>Stellaria holostea</i> .....	—	—	12	—	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>6</b>
<i>Poa nemoralis</i> .....	—	1	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i> .....	16	12	11	17	—
<i>Carex pallescens</i> .....	—	—	—	7	—
<i>Carex pillulifera</i> .....	—	—	—	—	2
<i>Hieracium vulgatum</i> .....	—	—	—	2	—
<i>Viola silvatica</i> .....	—	2	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i> .....	—	12	4	—	—
<i>Trientalis europæa</i> .....	15	1	—	—	—
<i>Potentilla tormentilla</i> .....	—	—	—	—	4
<b>Géophytes</b> .....	<b>53</b>	—	<b>25</b>	—	—
<i>Orchis maculata</i> .....	—	—	4	—	—
<i>Asperula odorata</i> .....	—	—	3	—	—
<i>Anemone nemorosa</i> .....	10	—	2	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	43	—	16	—	—
<b>Thérophytes</b> .....	<b>18</b>	—	<b>17</b>	<b>21</b>	—
<i>Melampyrum pratense</i> .....	18	—	17	21	—
<b>Points</b> .....	<b>203</b>	<b>167</b>	<b>191</b>	<b>194</b>	<b>150</b>
Diagéiques .....	68	60	29	6	12
Épigéiques .....	66	57	73	117	81

<sup>1</sup> Nanophanérophytes et plantules.

Sous-formation IX. Forêt d'arbres à feuilles avec sous-végétation de chamæphytes xérophytes épigéiques. Cette sous-formation est très commune sur le sol de tourbe sèche le plus ferme dans les forêts de hêtres du Danemark. Il arrive souvent qu'en ces endroits l'*Aira flexuosa* soit presque la seule phanérogame. On peut trouver çà et là un exemplaire isolé de *Luzula pilosa*, de *Maianthemum bifolium* ou de tel ou tel autre hôte accidentel qui n'appartient pas à ces parages. La *Calluna vulgaris* apparaît rarement. Les exemples cités proviennent tous de localités fertiles et qui par suite ne sont pas absolument typiques. A provient de la forêt de Frederiksborg Dyrehave; c'est un exemple de la forme intermédiaire fréquente entre la sous-végétation du terreau et de la tourbe sèche, forme qui est beaucoup plus commune que la sous-formation typique de chamæphytes. B provient d'une localité à l'ouest de Djupadal en Bleking. Ici encore *Vaccinium myrtillus* est un peu plus abondant qu'*Aira flexuosa*. En C il y a encore un certain nombre d'herbes diagéiques, bien qu'elles soient réduites à une faible minorité. La localité est le bois de Gribskov dans l'île de Séeland. D provient du même bois, sur tourbe sèche très dure, avec peu d'ombrage. On a trouvé ici la *Calluna*. Dans cette localité comme ailleurs, j'ai compté *Aira flexuosa* parmi les chamæphytes. Il n'est pas douteux qu'il faille ranger dans cette catégorie le type d'*Aira* qui croît à l'ombre et dont les longues pousses se couchent sur le sol. Le type d'*Aira* qui croît dans la lumière a en général des pousses obliques et forme ainsi des touffes dans lesquelles j'ai souvent vu les pointes des pousses se tenir à 2 ou 3 cm. au-dessus du sol. Ces plantes rappellent donc par leur croissance les plantes en touffes des régions arctiques et alpestres, et ont peu de ressemblance avec des herbes cespiteuses telles que *Festuca ovina* et *Molinia cærulea*, où l'intérieur des touffes est formée par des restes morts de plantes.

Je n'ai pas encore rencontré cette sous-formation dans les forêts d'arbres à feuilles de la Suède.

Ce type est peu fréquent dans les parties de la Suède que j'ai examinées, et il ne se trouve que dans des espaces découverts, éclairés, à sol pierreux dont le tapis de terre légère est très mince. S'il y a par-dessus les pierres une couche tant soit peu épaisse de terre légère d'origine inorganique les chamæphytes seront mélangées d'herbes épigéiques, ou ces dernières prendront nettement la prédominance. A l'ombre seulement il peut se former au-dessus des pierres un tapis assez épais d'origine organique, et alors des chamæphytes diagéiques occuperont la place.

E du tableau XII représente la végétation d'un petit bois de trembles situé sur un îlot pierreux dans une tourbière près d'Ingelstad en Småland. Il existe dans l'île des espaces découverts où croît une bruyère de *Calluna*. Là où le tremble est très clairsemé, la *Calluna* prédomine également dans la sous-végétation du bois; mais quand les arbres sont plus serrés, et notamment quand il existe plusieurs aunes, la végétation de mousses est très abondante et la mousse forme une tourbe sèche, légère, de forte épaisseur, et les Vaccinées y dominant sans conteste.

La sous-formation X ne se trouve que sur les tourbières et nous en parlerons plus loin.

Le résultat principal de ces recherches, c'est qu'il faut renoncer à cette théorie qu'à une certaine espèce d'arbres prédominante correspondraient certains types biologiques déterminés dans la sous-végétation. En considérant les forêts danoises où la culture a donné au hêtre une prédominance encore supérieure à celle qu'il aurait obtenue par ses moyens propres, et où les autres espèces ont été reléguées dans des lieux défavorables à leur croissance, on s'est souvent figuré que par exemple les herbes diagéiques appartiennent à la forêt de hêtres, et les herbes épigéiques à la forêt de chênes

ou à celle de frênes. Nous avons reconnu l'inexactitude de cette conception. Les diverses sous-formations ont été constatées dans des forêts dont l'étage supérieur était très différent, et qui plus est, elles se trouvaient souvent avec une composition floristique tout à fait analogue de la sous-végétation. L'élément essentiel, déterminant pour les types biologiques de la sous-végétation, c'est le terrain; et c'est seulement alors qu'intervient la différence entre les diverses espèces d'arbres, en ce sens que dans des conditions par ailleurs semblables, l'opacité différente de leur ombrage favorise à des degrés variables la formation du terreau ou de la tourbe; mais sur des sols différents, on peut rencontrer la plupart des espèces d'arbres avec des caractères identiques dans la sous-végétation.

Les nombreuses sous-formations se divisent en deux groupes principaux selon que la sous-végétation est formée d'herbes mésomorphes ou de chamæphytes xéromorphes. Cette division coïncide à peu près avec la division en forêts d'arbres à feuilles sur terreau et forêts d'arbres à feuilles sur tourbe sèche. Cependant les herbes diagéiques mésomorphes sont encore dominantes là où la formation de la tourbe est tout au début, ou bien quand la tourbe est en train de se dissoudre. On trouve alors plusieurs espèces caractéristiques qui manquent ou sont moins fréquentes sur la tourbe ou sur le terreau typiques, par exemple *Trientalis* et *Majanthemum*.

Naturellement on ne peut pas s'attendre non plus à ce que la sous-formation, fondée sur les types biologiques, corresponde exactement aux différences quant à une particularité déterminée du sol. Il existe dans la nature des facteurs multiples qui agissent en même temps. Ce sont la lumière et l'ombre, la richesse du sol en eau, les substances nutritives, l'oxygène, etc. ... L'insuffisance à un certain point de vue peut, dans certaines limites, être balancée par l'abondance à un autre point de vue. La particularité principale de la

tourbe sèche est sa pauvreté en oxygène. Ainsi se trouvent réduites la respiration des racines et les autres fonctions vitales des plantes, en particulier l'absorption de l'eau; et c'est pourquoi les plantes de la tourbe sont des xérophytes plus ou moins caractérisées. Il est à peine besoin de noter que la xéromorphie est naturellement plus caractéristique chez les plantes situées sur de la tourbe sans ombrage que chez les plantes de tourbe qui croissent à l'ombre. D'autre part l'ombre à souvent une action favorable sur la formation de la tourbe sèche, de même que l'abondance d'eau, en diminuant la teneur du sol en oxygène. Ainsi on constate très souvent que la végétation développée sur les pentes, et notamment sur des pentes très raides et pierreuses, est mésomorphe, tandis que le terrain plat a une végétation xéromorphe: c'est même là une règle qui n'a guère d'exceptions dans la zone des conifères sur terrain ombragé.

Ce n'est pas par hasard que les divers types biologiques recherchent chacun son terrain. Si on veut les classer par ordre décroissant d'après leurs exigences, on place au premier rang les herbes: ce sont elles qui réclament les conditions de terrain les plus favorables; viennent ensuite les chamæphytes. J'ai démontré<sup>1</sup> qu'à Madère les herbes perennes recherchent les lieux les plus favorables de cette île, tandis que les chamæphytes et les nanophanérophytes bas sont presque seuls maîtres du sol là où le manque d'eau est extrême.

Raunkiær<sup>2</sup> a montré que le nombre relatif des chamæphytes augmente à mesure que les conditions vitales deviennent défavorables dans les régions arctiques et dans les régions alpestres. Il a donné comme cause de ce fait cette circonstance que dans les domaines à climat très froid les plantes n'ont pas seulement à lutter contre le froid de l'hiver mais aussi contre un sol très froid pendant une grande portion de

<sup>1</sup> Madeiras Vegetation, Copenhague 1904.

<sup>2</sup> Livsformernes Statistik (Botanisk Tidsskrift 1908).

la période de végétation. En se tenant un peu élevées au-dessus du sol, les plantes arrivent à s'échauffer jusqu'à une température sensiblement plus haute que le sol.

En ce qui concerne l'île de Madère, j'ai signalé que le sol très fortement échauffé en été avait une action défavorable sur les organes végétatifs des plantes. La distance assez grande au-dessus du sol donne aux pointes de tiges des chamæphytes et des nanophanérophytes un avantage sur celles des herbes. Il semble donc qu'il n'y ait pas de raison générale pour que les chamæphytes et les nanophanérophytes soient en certaines régions du globe supérieurs aux herbes dans la lutte pour l'existence sur les lieux les plus défavorables au point de vue climatérique ou édaphique.

Si les chamæphytes sont plus aptes à la lutte pour la vie sur un sol de tourbe sèche, cela doit tenir aux particularités de la tourbe. Celle-ci est avant tout aigre et par suite physiologiquement sèche. Le manque d'oxygène dans la tourbe entrave fortement l'absorption de l'eau par les plantes; c'est pourquoi les plantes des terrains de tourbe doivent être particulièrement bien protégées contre l'évaporation. Or tout moyen de défense contre la sécheresse, par exemple la réduction de la surface, la protection des stomates, etc. . . . signifie en même temps diminution du pouvoir assimilateur. En été, dans la période sèche, les conditions d'existence sont encore plus difficiles. Ces conditions défavorables à l'activité vitale ne peuvent être contrebalancées que si la période de végétation se prolonge le plus possible.

Or la tourbe, par suite de sa grande capacité d'eau, est un sol froide qui s'échauffe très lentement au printemps. Ce fait vient encore rendre difficile l'utilisation de la période de végétation. Je suppose que les chamæphytes possèdent, dans les mêmes lieux de croissance, cet avantage sur les herbes qu'ils sont en état au printemps de commencer plus tôt leur activité vitale. Les boutons hivernants, étant un peu surélevés

au-dessus de la terre ou reposant sur elle, ont incontestablement cet avantage de pouvoir s'échauffer jusqu'à une température relativement élevée tandis que le sol est encore gelé ou tout au moins très froid. Il existe donc une corrélation entre la protection contre l'hiver et la faculté de prolonger la période de végétation. Un avantage d'un côté produit un défaut de l'autre, et les conditions climatiques peuvent décider quel est le type biologique qui doit emporter le prix comme étant le plus favorable. Il me paraît que dans les parties de la Scandinavie que j'ai étudiées les chamæphytes sont les plus avantageusement situées. Lorsque commence la formation de la tourbe les chamæphytes apparaissent, notamment l'*Aira*, et à mesure que cette formation progresse on voit surgir un plus grand nombre de chamæphytes. Dans la forêt de hêtres l'*Aira* prédomine en terrain de tourbe, mais quand la forêt devient plus ouverte et que l'évaporation devient par suite plus forte, l'*Aira* est peu à peu remplacée par la bruyère.

Les mésophytes et les xérophytes se divisent respectivement en deux groupes principaux: plantes diagéiques et plantes épigéiques. Les espèces diagéiques appartiennent à un sol léger, et les espèces épigéiques à un sol ferme. Le terreau léger, peu consistant, se forme dans la forêt bien ombragée, avec tapis de feuilles abondant. Le type plus ferme de terreau provient en général du manque d'humus et, comme conséquence, d'une activité moins grande des vers de terre. Cependant ce type peut se rencontrer aussi dans un terrain très riche en humus, avec végétation abondante. On peut supposer que quand la végétation est très riche le grand nombre des racines forme un feutre tellement serré que les voyageurs souterrains se trouvent écartés. Enfin un type particulier de terreau peut se former sur un sol de grosses pierres avec petites cavités remplies de terreau, ou bien sur dalles plates recouvertes d'une très mince couche de terreau.

Ici aussi les herbes épigéïques sont dominantes. La tourbe légère est constituée par de la mousse. Elle se forme surtout dans une ombre suffisante, pas trop épaisse. La tourbe dure ne se forme que dans la forêt de hêtres. Mais dans d'autres forêts un sol pierreux peut donner lieu à un sol ferme qui convient à des chamæphytes épigéïques.

A l'exception des trois premières sous-formations, l'ombre plus ou moins forte agit sur les types de plantes par l'intermédiaire de l'influence de l'ombre sur le type d'humus.

### Forêts de conifères.

La sous-végétation de la forêt de conifères a une évolution très différente suivant que la forêt a été plantée par les hommes ou qu'elle est naturelle. Lorsque les arbres plantés ont atteint un certain âge, les branchages supérieurs se rejoignent et l'ombre devient si forte que toutes les plantes vertes se trouvent dans l'impossibilité de vivre. C'est seulement lorsque les arbres sont devenus plus vieux et qu'on en a coupé une partie qu'une sous-végétation commence à émigrer dans cette forêt.

Tableau XIII.

<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>3</b>	<i>Luzula pilosa</i> .....	12
<i>Betula pubescens</i> .....	2	<i>Carex pillulifera</i> .....	6
<i>Juniperus communis</i> .....	1	<i>Plantago lanceolata</i> .....	3
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>156</b>	<i>Luzula multiflora</i> .....	3
<i>Calluna vulgaris</i> .....	50	<i>Viola silvestris</i> .....	1
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	46	<i>Lotus corniculatus</i> .....	1
<i>Aira flexuosa</i> .....	44	<i>Hieracium pilosella</i> .....	7
<i>Lycopodium clavatum</i> .....	14	<i>Nardus stricta</i> .....	4
<i>Veronica officinalis</i> .....	1	<i>Trientalis europæa</i> .....	1
<i>Antennaria dioica</i> .....	1	<b>Points</b> .....	<b>296</b>
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>137</b>	Diagéïques .....	47
<i>Potentilla tormentilla</i> .....	50	Épigéïques .....	246
<i>Agrostis alba</i> .....	49		

Il en va tout autrement lorsqu'une portion de forêt a été exploitée puis abandonnée à elle-même. C'est ce qui se passe ordinairement en Småland. Sur le sol déboisé croissent

diverses plantes, et il se forme bientôt un tapis qui ressemble à une bruyère. Mais si l'on y regarde de près on découvre bientôt qu'il existe entre les touffes de bruyère un grand nombre de graminées et d'autres plantes herbacées. Le dénombrement nous apprend que les chamæphytes épigéiques et les hémicryptophytes sont en nombre à peu près égal. Par endroits la végétation peut prendre davantage le caractère d'une bruyère de *Calluna*, et à d'autres endroits se rapprocher davantage d'un herbage. Il n'y a pas de formation de tourbe accentuée. Le tableau XIII fournit un exemple de ce type de végétation; il est emprunté à la paroisse de Torsås en Småland.

Parmi les plantes immigrées se trouvent aussi des arbres, surtout des bouleaux et des pins communs, plus rarement des sapins. Les arbres sont clairsemés; mais à mesure qu'ils se développent ils produisent de l'ombre, qui favorise la végétation de la mousse; et dans la tourbe légère formée par la mousse les Vaccinées trouvent leur place, d'où elles se répandent de côté et d'autre. Dans le voisinage des arbres la *Calluna* est évincée par *Vaccinium vitis idæa*, laquelle doit, aux endroits les plus sombres, céder la place à *Vaccinium myrtillus*; mais dans les intervalles découverts entre les arbres la *Calluna* fleurit encore et les Vaccinées ne sont représentées que par un petit nombre d'exemplaires. Enfin les intervalles se ferment, et la *Calluna* disparaît. On a maintenant la sous-formation I de la forêt de conifères: forêt de conifères avec sous-végétation de chamæphytes xéromorphes diagéiques. Il s'est produit peu à peu une modification dans la composition des arbres. A l'ombre modéré des bouleaux et des pins plusieurs sapins ont germé et poussé. Ils évincent par la suite les espèces qui supportent moins bien l'ombre. La forêt se compose maintenant de sapins, mêlés à beaucoup d'autres espèces, parmi lesquelles les bouleaux sont en petit nombre. La forêt devient de plus

en plus sombre et les chamæophytes du sol commencent à disparaître; seule la mousse se maintient. Nous avons alors la sous-formation II de la forêt de conifères: forêt de conifères à sous-végétation de mousse avec peu de plantes vasculaires. L'évolution s'arrête là, jusqu'à ce que les coups de vents ou la hache du bûcheron fassent de nouveau de la lumière. Nous allons maintenant considérer des exemples de ces deux sous-formations.

Tableau XIV.

	A	B	C	D	E
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>40</b>	<b>55</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>50</b>
<i>Picea excelsa</i> .....	25	40	30	17	—
<i>Pinus silvestris</i> .....	15	15	39	50	50
<b>Microphanérophytes</b> .....	—	—	<b>1</b>	<b>7</b>	—
<i>Juniperus communis</i> .....	—	—	1	7	—
<b>Nanophanérophytes</b> .....	—	<b>1</b>	<b>6</b>	—	<b>47</b>
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	—	1	6	—	47
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>126</b>	<b>102</b>	<b>132</b>	<b>107</b>	<b>81</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	50	49	50	44	50
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	50	50	50	50	11
<i>Calluna vulgaris</i> .....	9	—	—	—	5
<i>Empetrum nigrum</i> .....	—	—	—	—	15
<i>Aira flexuosa</i> .....	17	3	32	13	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>2</b>	—	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>4</b>
<i>Trientalis europæa</i> .....	1	—	1	6	—
<i>Luzula pilosa</i> .....	1	—	7	5	—
<i>Molinia caerulea</i> .....	—	—	—	—	3
<i>Eriophorum vaginatum</i> .....	—	—	—	—	1
<i>Lastrea spinulosa</i> .....	—	—	—	1	—
<b>Géophytes</b> .....	<b>1</b>	—	<b>24</b>	<b>15</b>	—
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	1	—	24	5	—
<i>Phegopteris dryopteris</i> .....	—	—	—	1	—
<i>Pteridium aquilinum</i> .....	—	—	—	9	—
<b>Thérophytes</b> .....	<b>2</b>	—	—	<b>5</b>	—
<i>Melampyrum pratense</i> .....	2	—	—	5	—
<b>Points</b> .....	<b>171</b>	<b>158</b>	<b>240</b>	<b>213</b>	<b>182</b>
Diagéiques .....	102	100	131	115	108
Épigéiques .....	27	3	39	19	24

Le tableau XIV donne des exemples de la première sous-formation. A provient de Hörda, paroisse de Torsås en Små-

land. Forêt ouverte composée d'arbres de bonne taille mais dont les branches n'arrivent pas à se toucher. Comme dans toutes les localités qui vont suivre, il y avait beaucoup de mousse entre les plantes plus hautes. La portion dénombrée mesurait 5 champs de largeur et 10 champs de longueur; elle allait d'un sapin à un pin. Entre ces deux arbres on comptait 10 champs qui n'étaient ombragés par aucun de ces deux arbres. Des 9 champs où apparaissait la *Calluna*, 4 se trouvaient dans l'intervalle sans arbre, 3 dans la rangée extrême de champs situés sur la limite entre l'intervalle sans arbre et la partie ombragée par le sapin, 1 dans la rangée correspondante de champs sous le pin. On trouvait l'*Aira* au-dessous du sapin et dans l'intervalle sans arbre. En général il est facile de constater dans une forêt ouverte que *Calluna* recherche les intervalles sans ombrage.

B provient d'une portion de vieille forêt dans le voisinage de la localité précédente, et il en est de même de C. D provient de Torsås. La forêt se composait essentiellement de pins mêlés à de nombreuses pousses de sapins, qui n'avaient pas encore atteint la hauteur des pins. Cette localité est un peu plus claire que les deux précédentes, ce qui se manifeste par la présence de l'espèce *Pteridium* dont il y a des exemplaires vigoureux et fort nombreux. E provient d'Ingelstad, paroisse de Torsås en Småland. Le sol est formé de tourbe. Il existe de grandes mottes avec de très minces intervalles. Le tableau représente la végétation développée sur les mottes. La présence abondante de *Vaccinium uliginosum* témoigne du terrain marécageux; mais pour le reste la proportion numérique des types biologiques dans la végétation de cette localité correspond tout à fait à ce qu'elle était dans les localités précédentes. Cet endroit est très caractéristique de la forêt de conifères sur sol de tourbière. Les intervalles entre les mottes étaient, comme nous l'avons dit, très petits, et les mottes n'étaient pas loin de s'unir. On trouvait dans les

intervalles *Carex Goodenoughii*, *Eriophorum vaginatum* et *Agrostis canina* comme espèces dominantes.

Tableau XV.

	A	B	C	D	E
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>62</b>	<b>78</b>
<i>Picea excelsa</i> .....	50	50	35	12	40
<i>Pinus silvestris</i> .....	—	—	20	50	38
<b>Chaméphytes</b> .....	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	2	—	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	2	3	21	7	—
<i>Aira flexuosa</i> .....	1	12	3	—	7
<i>Veronica officinalis</i> .....	—	—	—	—	1
<b>Hémicryptophytes</b> .....	—	—	—	<b>3</b>	<b>3</b>
<i>Luzula pilosa</i> .....	—	—	—	2	—
<i>Luzula campestris</i> .....	—	—	—	1	—
<i>Goodyera repens</i> .....	—	—	—	—	3
<b>Géophytes</b> .....	<b>1</b>	<b>2</b>	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	1	2	—	—	—
<b>Thérophytes</b> .....	—	—	—	—	<b>1</b>
<i>Poa annua</i> .....	—	—	—	—	1
<b>Points</b> .....	<b>56</b>	<b>67</b>	<b>79</b>	<b>72</b>	<b>90</b>
<b>Champs sans plantes vasculaires dans la sous-végétation</b> .....	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>38</b>

Le tableau XV donne des exemples de la forêt de conifères riche en mousse mais par ailleurs pauvre de plantes. Le sol est recouvert d'un tapis de mousse vert qui en quelques endroits seulement est interrompu par un petit espace nu, généralement lorsque deux ou trois sapins sont très rapprochés les uns des autres. On trouve çà et là dans la mousse une plante vasculaire. Les plus communes dans cette dernière catégorie sont *Vaccinium myrtillus* (qui fructifie assez souvent), *Aira flexuosa* et *Luzula pilosa* (qui a rarement des fleurs). *Goodyera repens* est fort répandue, mais n'est pas représentée par de nombreux exemplaires; elle fleurit bien dans l'ombre épaisse. Du reste on peut rencontrer les espèces de plantes les plus diverses, représentées par des individus qui se sont glissés là accidentellement ou qui peut-être survivent à une période de clarté plus grande. Il arrive de

trouver quelques exemplaires de plantes qui recherchent la lumière, telles que *Pteridium aquilinum*, *Veronica chamædrys* et *officinalis*, etc. . . .

Tableau XVI.

	A	B	C	D
<b>Mésophanérophytes</b> . . . . .	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>Picea excelsa</i> . . . . .	50	50	50	50
<b>Chamæphytes</b> . . . . .	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>1</b>
<i>Betula verrucosa</i> . . . . .	—	—	1	—
<i>Aira flexuosa</i> . . . . .	4	4	2	1
<i>Veronica officinalis</i> . . . . .	—	—	8	—
<b>Hémicryptophytes</b> . . . . .	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>4</b>
<i>Luzula pilosa</i> . . . . .	1	2	2	—
<i>Lactuca muralis</i> . . . . .	—	1	14	—
<i>Hieracium pilosella</i> . . . . .	—	—	1	—
<i>Rubus idæus</i> . . . . .	—	—	—	3
<i>Galium saxatile</i> . . . . .	—	—	—	1
<b>Champs sans plantes vasculai- res dans la sous-végétation</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>45</b>

Dans la forêt de conifères plantée par les hommes il peut faire si sombre pendant de nombreuses années qu'aucune plante verte ne peut y prospérer. Survient un abattage rapide et brutal, ou bien la plantation de conifères reçoit de la lumière de côté parce qu'on a fait des coupes dans la forêt de hêtres voisine. On voit immigrer alors un certain nombre de plantes appartenant à des espèces qui portent tous les caractères du hasard. Il n'y a pas toujours le temps suffisant pour qu'une végétation de mousse correspondant à la sous-formation II puisse se former avant que les plantes vasculaires, s'étant multipliées, se soient rassemblées en société. Le tableau XVI donne des exemples des premiers immigrants dans une forêt de sapins du Danemark. A, provenant de la forêt de Gribskov, et B, provenant de Tokkekøb Hegn, avaient tous deux un épais tapis de mousse. Les plantes vasculaires étaient les mêmes que les plus fréquentes dans les forêts suédoises. Dans le bois de Gribskov, *Vaccinium myrtillus* était, dans le voisinage de A, l'espèce de plante qui s'avancait le plus loin sous

l'ombrage. Les localités C et D, provenant de Tokkeløb Hegn, étaient peu riches en mousse. C était assez clair, D sombre, et tous deux avaient un sol de tourbe sèche.

Raunkiær a démontré que dans les forêts de sapins du Danemark la première plante qui forme une sous-végétation continue est *Oxalis acetosella*. Un peu plus proche du côté de la lumière on trouve une sous-végétation d'*Aira flexuosa*. Nous avons donc ici deux nouvelles sous-formations, savoir : III: Forêt de conifères avec sous-végétation d'herbes mésomorphes diagéiques (à cette catégorie appartient aussi le facies d'*Urtica dioica* mentionné par Raunkiær);

Tableau XVII.

	A	B		A	B
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>50</b>	<b>67</b>	Agrostis canina .....	—	4
Picea excelsa .....	50	17	Lactuca muralis .....	3	—
Pinus silvestris .....	—	50	Lastræa spinulosa .....	2	—
<b>Microphanérophytes</b> .....	—	<b>10</b>	Luzula pilosa .....	—	3
Juniperus communis .....	—	10	Hieracium pilosella .....	—	1
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>2</b>	—	Stellaria media .....	1	—
Fraxinus excelsior .....	2	—	Rumex acetosa .....	1	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>Thérophytes</b> .....	<b>1</b>	—
Oxalis acetosella .....	50	50	Galium aparine .....	1	—
Rubus idæus .....	4	1	<b>Points</b> .....	<b>121</b>	<b>142</b>
Urtica dioica .....	2	—	Diagéiques .....	56	51
Poa nemoralis.....	5	6	Épigéiques.....	12	14

et IV: Forêt de conifères avec sous-végétation de chamæphytes xéromorphes épigéiques.

A du tableau XVII donne un exemple de la sous-formation III dans la forêt danoise de Gribskov. C'était une portion d'ancienne forêt de sapins sur sol de terreau léger avec végétation de mousse très clairsemée. Dans les forêts mixtes du Bleking j'ai assez souvent rencontré l'*Oxalis* sous des sapins; ainsi dans le voisinage du ferme de Kjeltorp près de Bredåkra il y avait sous les sapins une végétation peu abondante d'*Oxalis* et de *Phegopteris dryopteris*, pas de mousse, un terreau léger. A l'ouest de Djupadal on constate sous les sapins: *Oxalis* en

majorité, puis *Vaccinium myrtillus*, *Luzula pilosa*, *Trientalis* et *Aira*; de la mousse. En Småland l'*Oxalis* se rencontre souvent le long des chemins qui traversent les forêts de conifères. Cette plante croît de préférence sur la terre que l'on a rejetée en creusant les fossés. Mais elle ne s'avance pas parmi les arbres comme l'*Aira*. En un seul endroit j'ai vu en Småland une forêt de conifères avec facies d'*Oxalis*. C'était dans une portion de jeune forêt de pins près de Djurla Nöbbele, paroisse de Jät (tableau XVII B). Cette forêt était sombre et dépourvue de sous-végétation. Près de la clôture qui séparait le bois de la route le sol était assez abondamment tapissé d'*Oxalis*. Il n'y avait que peu de mousse. Le sol se composait de terreau. La forêt paraissait avoir été semée ou plantée. Vraisemblablement elle avait été précédée d'un herbage sur terreau pauvre en humus, avec de l'*Agrostis* et d'autres herbes, plus quelques arbres disséminés: telle était la végétation de l'autre côté de la route. Par contre, dans la paroisse de Torsås en Småland j'ai trouvé un facies d'*Oxalis* dans une ancienne forêt mixte de chênes et de sapins. Le sol était très pierreux, avec du terreau léger entre les pierres. En Danemark non plus il n'arrive pas partout qu'un facies d'*Oxalis* fasse la transition entre le sol maigrement tapissé et le facies d'*Aira*. Souvent le facies de mousse passe directement au facies d'*Aira* dans les bois de sapins danois, ou au facies de *Vaccinium* en Suède ainsi que dans les grandes forêts de sapins du Danemark.

Tableau XVIII.

	A	B	C	D	E
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>Picea excelsa</i> .....	40	—	50	50	50
<i>Pinus silvestris</i> .....	10	50	—	—	—
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>11</b>	—	—	—	—
<i>Juniperus communis</i> .....	11	—	—	—	—
<b>Chaméphytes</b> .....	<b>195</b>	<b>63</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>50</b>
<i>Calluna vulgaris</i> .....	32	7	—	—	—

	A	B	C	D	E
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	7	6	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	6	—	—	50	6
<i>Galium saxatile</i> .....	—	—	—	—	4
<i>Aira flexuosa</i> .....	50	50	50	50	40
<i>Lycopodium clavatum</i> .....	30	—	—	—	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>43</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>63</b>
<i>Luzula pilosa</i> .....	12	9	3	2	15
<i>Carex pallescens</i> .....	3	5	—	—	—
<i>Trientalis europæa</i> .....	28	3	—	—	25
<i>Oxalis acetosella</i> .....	—	—	—	—	20
<i>Rubus idæus</i> .....	—	—	—	—	3
<b>Géophytes</b> .....	<b>1</b>	—	—	—	—
<i>Convallaria majalis</i> .....	1	—	—	—	—
<b>Thérophytes</b> .....	<b>1</b>	—	<b>7</b>	<b>4</b>	—
<i>Melampyrum pratense</i> .....	1	—	7	4	—
<b>Points</b> .....	<b>231</b>	<b>130</b>	<b>110</b>	<b>156</b>	<b>163</b>
Diagéiques.....	42	9	0	50	58
Épigéiques.....	127	71	53	52	55

Tableau XIX.

	A	B		A	B
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>51</b>	<b>50</b>	<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	50	50
<i>Picea excelsa</i> .....	30	50	<i>Aira flexuosa</i> .....	22	50
<i>Pinus silvestris</i> .....	21	—	<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>1</b>	<b>40</b>
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>6</b>	—	<i>Luzula pilosa</i> .....	1	—
<i>Juniperus communis</i> .....	6	—	<i>Trientalis europæa</i> .....	—	40
<b>Nanophanérophytes</b> .....	—	<b>11</b>	<b>Points</b> .....	<b>152</b>	<b>209</b>
<i>Vaccinium uliginosum</i> ...	—	11	Diagéiques.....	72	109
<b>Chaméphytes</b> .....	<b>94</b>	<b>108</b>	Épigéiques.....	23	50
<i>Vaccinium vitis idæa</i> ....	22	8			

Le tableau XVIII montre quelques exemples de la sous-formation IV ou d'une transition entre cette sous-formation et d'autres. A provient d'Ingelstad, paroisse de Torsås en Småland. Par suite de l'exploitation, le facies de mousse de la forêt de sapins a cédé la place à une facies d'*Aira-Calluna*. B représente un facies d'*Aira* ultérieur au même endroit. De ces facies, celui d'*Aira-Calluna* supporte le moins bien l'ombre; le facies d'*Aira* la supporte mieux, tandis que le facies de *Vaccinium* (sous-formation I) est susceptible de beaucoup d'ombre.

Cependant les sous-formation IV et I alternent souvent dans des endroits très éclairés de la forêt où la hache a pratiqué des trouées. Parfois la tourbe sèche est visiblement plus dure aux endroits où poussent l'*Aira* et la *Calluna*, tandis qu'elle est toujours légère là où *Vaccinium* prédomine. Mais souvent on ne peut apercevoir aucune différence dans le sol et les sous-formations paraissent encore lutter pour la place. C représente un facies d'*Aira* dans la forêt danoise de Gribskov, D une transition entre ce facies et celui de *Vaccinium* (également dans le bois de Gribskov). E montre une transition entre le facies d'*Aira* et celui d'*Oxalis* dans la forêt de Tokkekøb Hegn. Enfin A du tableau XIX donne un exemple de facies de *Vaccinium* dans un bois clair, taillé, riche en mousse, situé près d'Ingelstad en Småland, et B fournit un exemple du même facies à Gribskov. Dans les localités du bois de Gribskov le sol était formé de tourbe sèche plus ou moins dure. Il n'y avait pas de facies d'*Oxalis*. Le facies d'*Aira* ou celui de *Vaccinium* était immédiatement limitrophes du bois sombre, dépourvu de sous-végétation. Cependant à un autre endroit de la forêt de Gribskov j'ai trouvé tout à la lisière un facies d'*Aira-Oxalis*, plus avant dans le bois un facies d'*Aira* avec *Trientalis*, puis un sol entièrement dépourvu de végétation avec quelques petits espaces où se rencontraient l'*Aira* et le *Vaccinium myrtillus*.

Le facies d'*Oxalis* paraît donc étroitement lié à un sol de terreau; il fait défaut lorsque le bois de sapins pousse sur de la tourbe sèche. L'*Aira* peut prospérer dans une ombre épaisse. Je l'ai même vue une seule fois fleurir dans une forêt de sapins avec facies de mousse. Mais sur sol de terreau il semble qu'elle ne puisse soutenir la concurrence avec *Oxalis*. Celle-ci s'accommode fort bien d'une abondante lumière, mais elle est très sensible à la formation de la tourbe. Sur de la tourbe légère elle est remplacée par *Trientalis*. Lorsque le sol, comme en Småland et dans des parties du bois de

Gribskov, a porté plusieurs générations de sapins, il est toujours aigre. Les lacs et les rivières ont de l'eau brune et aigre. Ici le facies d'*Oxalis* fait défaut ou est rare, et dans la forêt éclaircie par la hache le facies d'*Aira* et celui de *Vaccinium* alternent souvent au hasard et luttent entre eux. La victoire est certainement déterminée par la fermeté plus ou moins grande de la tourbe sèche.

Tableau XX.

	A	B	C	D	E
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>4</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>17</b>
<i>Pinus silvestris</i> .....	4	35	—	5	17
<i>Betula pubescens</i> .....	—	—	—	4	—
<i>Juniperus communis</i> .....	—	—	1	6	—
<b>Nanophanérophites</b> .....	<b>1</b>	—	<b>5</b>	<b>30</b>	—
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	1	—	5	30	—
<b>Chaméphytes</b> .....	<b>73</b>	<b>86</b>	<b>118</b>	<b>98</b>	<b>113</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	19	17	28	43	24
<i>Calluna vulgaris</i> .....	50	50	43	50	50
<i>Aira flexuosa</i> .....	4	13	47	5	3
<i>Antennaria dioica</i> .....	—	6	—	—	23
<i>Veronica officinalis</i> .....	—	—	—	—	13
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>3</b>	<b>4</b>	—	<b>12</b>	<b>183</b>
<i>Festuca ovina</i> .....	2	1	—	5	50
<i>Carex pillulifera</i> .....	1	—	—	—	26
<i>Luzula pilosa</i> .....	—	2	—	—	—
<i>Luzula campestris</i> .....	—	—	—	1	—
<i>Agrostis vulgaris</i> .....	—	—	—	—	10
<i>Viola silvatica</i> .....	—	—	—	1	20
<i>Potentilla tormentilla</i> .....	—	—	—	—	50
<i>Orobis tuberosus</i> .....	—	1	—	5	27
<b>Géophytes</b> .....	—	—	—	<b>4</b>	—
<i>Convallaria majalis</i> .....	—	—	—	4	—
<b>Thérophytes</b> .....	—	—	—	<b>1</b>	<b>10</b>
<i>Melampyrum pratense</i> .....	—	—	—	1	10
<b>Points</b> .....	<b>81</b>	<b>125</b>	<b>124</b>	<b>160</b>	<b>323</b>
Diagéiques .....	20	18	33	82	51
Épigéiques .....	57	72	90	62	245

Tableau XXI.

<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>7</b>	<i>Juniperus communis</i> .....	1
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	1	<b>Nanophanérophites</b> .....	<b>53</b>
<i>Alnus glutinosa</i> .....	2	<i>Myrica gale</i> .....	50
<i>Rhamnus frangula</i> .....	3	<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	3

<b>Chamaephytes</b> .....	<b>104</b>	<i>Spiræa ulmaria</i> .....	1
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	39	<i>Rubus idæus</i> .....	1
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	35	<b>Géophytes</b> .....	<b>1</b>
<i>Calluna vulgaris</i> .....	5	<i>Pteridium aquilinum</i> .....	1
<i>Aira flexuosa</i> .....	18	<b>Thérophytes</b> .....	<b>3</b>
<i>Empetrum nigrum</i> .....	7	<i>Melampyrum pratense</i> .....	3
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>23</b>	<b>Points</b> .....	<b>191</b>
<i>Molinia caerulea</i> .....	18	Diagéiques.....	129
<i>Luzula pilosa</i> .....	1	Épigéiques.....	52
<i>Potentilla tormentilla</i> .....	2		

### Bruyère naturelle et herbage.

On trouve fréquemment dans les forêts de Småland de petits rochers moutonnés qui percent à travers le revêtement de la moraine. Ces rochers sont encore plus abondants en Bleking. La végétation qui les recouvre est basée sur des lichens. Dans les crevasses des rochers *Festuca ovina* est commune. Dans les crevasses plus grandes on voit en Småland des exemplaires plus ou moins grands de pins, çà et là aussi de bouleaux. En Bleking le pin est remplacé par des chênes plus ou moins rabougris. Sur les dalles plus plates, *Grimmia* se trouve parmi les lichens et tapisse souvent la roche sur de grandes étendues, formant une mince couche de tourbe sèche. Dans cette tourbe germe la *Calluna vulgaris*. La roche est alors recouverte d'une bruyère de *Calluna*, avec des arbres disséminés. La couche de tourbe peut à la longue augmenter d'épaisseur. Cela a lieu particulièrement au pied des dalles de rochers, où des particules de tourbe viennent se déposer et s'amonceler après la pluie. Alors les Vaccinées se rencontrent parmi la calluna.

A—D du tableau XX fournissent des exemples de bruyères smålandaises. Toutes les localités font partie de la paroisse de Torsås. A provient d'une roche moutonnée, environnée d'un bois de conifères. Dans les crevasses de la roche nue, recouverte seulement de lichen, croissaient quelques petits bouleaux, qui se flétrirent jusqu'à la racine pendant l'été sec de 1910. Ils étaient encore debout avec leurs feuilles mortes.

La pente plate du côté nord de la roche était recouverte d'une bruyère abondante qui était à la partie supérieure une vraie bruyère de *Calluna*, mais qui un peu plus bas, lorsque la couche d'humus devenait plus épaisse, passait à un type intermédiaire entre la bruyère de chamæphytes épigéiques et une formation de chamæphytes diagéiques (localité D). Je n'ai rencontré de formation de ce genre que sur des espaces très petits situés sur la limite entre la bruyère et le bois et dans la pénombre du bois.

La localité B provient également d'une roche moutonnée. Elle est plus plate que A et plus riche en arbres. Une partie du terrain est recouverte d'une mince couche de gravier de moraine sur laquelle se trouve un herbage xérophile (localité E). C provient d'une élévation de terrain pierreuse au milieu d'une tourbière. Sur le bord de cette île pierreuse se trouve une ceinture d'arbres à feuilles comprenant le tremble, l'aune et le bouleau. La partie la plus élevée et la plus pierreuse de l'île est occupée par de la bruyère. Du côté des arbres, à l'endroit où le sol est ombragé pendant une grande partie du jour, on trouve une abondante végétation de mousse; la bruyère y est riche en Vaccinées et devient par places une société de chamæphytes diagéiques. Dans la bruyère rocheuse le sol faiblement creusé doit être considéré comme la cause du manque de faculté migratrice. Il n'est pas question de formation de tourbe dure d'une grande épaisseur. La calluna, le plus souvent enracinée dans de petites fissures de la roche, passe de là sur les touffes de *Grimmia* et plante ses racines dans la tourbe formée par cette plante. Si la calluna croît plus rarement dans les fissures où la roche n'est pas couverte de mousses, ce fait peut être dû à l'échauffement trop grand de la roche pendant les jours où le soleil est chaud.

**L'herbage d'herbes xéromorphes épigéiques** n'est pas rare sur les roches revêtues d'une couche mince de moraine. On trouve le plus souvent parmi les herbes un certain nombre

de chamæphytes. Le tableau XX E donne le chiffre de fréquence des types biologiques dans une telle formation.

**Formation de chamæphytes diagéiques.** Les bords des lacs smålandais sont souvent constitués par un petit coteau de pierres lavées par les eaux. On peut y trouver des pousses de *Myrica gale*. Le tableau XXI représente la végétation sur une de ces pentes le long du lac de Torsjö. La *Myrica* n'était pas assez fournie pour former un couvercle donnant de l'ombre aux autres plantes; elle est en partie enracinée dans des cavités profondes entre les pierres, en partie aussi dans la couche de terreau qui est formée de feuilles mortes et de branches en pourriture et qui remplit en partie beaucoup de ces intervalles ou recouvre des portions plates des pierres. On trouve encore dans les intervalles des pierres certaines plantes de tourbières, de prairies et de marécages. La plus commune est *Molinia cærulea*. On trouve isolément: *Spiræa ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Equisetum limosum*. Sur les pierres recouvertes d'humus se trouve un tapis épais de Vaccinées. Le coteau pierreux assez abrupt est bien drainé et par suite la terre n'y est pas aigre. Sur l'espace plat situé à l'intérieur du coteau croissent des bois d'aunes et de bouleaux. En certains endroits où manquent les bois, règne une bruyère de *Calluna* et d'*Empetrum*. A l'ombre du bois croissent sur les espaces plats des chamæphytes diagéiques, tandis que le sol en pente a souvent une sous-végétation d'herbes diagéiques (*Dryopteris—Oxalis*).

Sur un sol plus humide les chamæphytes font défaut dans les buissons de *Myrica*, et il existe une formation d'herbes diagéiques dont les organes végétatifs se montrent partout entre les branches de *Myrica*.

Tableau XXII.

	A	B		A	B
Microphanérophytes . . . . .	—	39	Chamæphytes . . . . .	2	61
Pinus silvestris . . . . .	—	26	Calluna vulgaris . . . . .	2	50
Betula pubescens . . . . .	—	13	Andromeda polifolia . . . . .	—	11

	A	B		A	B
Hémicryptophytes.....	51	50	Points .....	53	150
Eriophorum vaginatum....	50	50	Diagéïques .....	1	11
Eriophorum polystachyum .	1	—	Épigéïques .....	52	100

### Tourbières.

L'étude des forêts et notamment des forêts sur sol de tourbe conduit naturellement à examiner le développement de la végétation dans les tourbières. Or il existe dans les tourbières une grande multiplicité de types, déterminés en partie par des conditions climatiques, par la teneur de l'eau en substances nutritives, en partie sans doute par des conditions floristiques accidentelles, de sorte qu'une comparaison entre les tourbières de régions différentes est très difficile. L'évolution paraît être très diverse. Aussi le présent chapitre se bornera-t-il surtout à fournir une contribution à la connaissance des principales formations de tourbières à Torsås et dans les régions voisines, sans prétendre aucunement à être complet.

Nous citerons comme paradigme une petite tourbière située dans la partie orientale de la paroisse de Torsås. Elle est formée dans un bas-fond plat entouré de bois de sapins. Le bord est très humide, et il existe également un petit espace humide au milieu de la tourbière. Ce petit bas-fond est vert par suite de la présence de *Sphagna*. La seule plante phanérogame qui se trouve parmi ces *Sphagna* est la *Glyceria fluitans*. Au bord du bas-fond, à l'endroit où le sol s'élève un peu, croît la *Carex panicea*. Un peu plus haut se trouvent les intervalles entre les mottes de la tourbe, dont la végétation est représentée au tableau XXII A. La zone marginale appartient à la même ceinture de végétation. Enfin la végétation des mottes est représentée au tableau XXII B. Ces zones se retrouvent plus ou moins nettement dans les autres tourbières de cette région. La première, représentée ici par *Glyceria*, appartient au marécage de roseaux recouvert d'eau

même en été. Vient ensuite une zone de *Carices* diagéiques. Cette zone elle aussi est en général recouverte d'eau en été, mais elle se dessèche s'il survient des périodes assez longues de sécheresse. Je désignerai provisoirement cette zone sous le nom de prairie marécageuse, sans vouloir prétendre par là qu'il faut la distinguer comme formation du marécage à roseaux proprement dit, lequel n'est pas encore étudié. Elle me paraît être un facies de marécage à roseaux sur sol très aigre et différer du marécage à roseaux ordinaire par une plus grande protection des plantes contre l'évaporation, par exemple par des stomates enfoncés dans les espèces *Carex rostrata*, *C. panicea* et *C. Goodenoughii* et par un tissu hydraulique très développé: l'importance pratique de ce dernier trait se comprend facilement parce que ces plantes croissent sur un sol aigre où leur approvisionnement en eau est difficile. Le sol de cette zone est de la vase et non de la tourbe. Les plantes de la prairie marécageuse perdent leurs feuilles en hiver. Peut-être y a-t-il là une adaptation à la couche de glace qui recouvre la prairie en hiver.

Après la prairie marécageuse nous trouvons une zone d'herbes diagéiques toujours vertes; puis vient une zone d'herbes à touffes épigéiques, et ensuite une zone de chamæphytes épigéiques (bruyère). Dans le tableau général de la p. 331 ces formations sont désignées par des lettres, qui nous serviront aussi à les désigner dans ce qui va suivre.

Tableau XXIII.

<i>Carex rostrata</i> .....	50
<i>Eriophorum polystachyum</i> .....	35
<i>Menyanthes trifoliata</i> .....	5
<i>Carex panicea</i> .....	1
<b>Points</b> .....	<b>91</b>
Diagéiques .....	86
Épigéiques .....	5

Tableau XXIV.

<i>Carex panicea</i> .....	50
<i>Eriophorum vaginatum</i> .....	3
<i>Comarum palustre</i> .....	11
<i>Menyanthes trifolia</i> .....	11
<i>Galium palustre</i> .....	1
<i>Viola palustris</i> .....	1
<b>Points</b> .....	<b>77</b>
Diagéiques .....	55
Épigéiques .....	22

**Formation F, prairie marécageuse.** Cette formation couvre souvent de larges étendues le long des rivières de Småland et de même on la trouve comme premier stade dans des cavités sans écoulement d'eau, tapissées de plantes. Dans la prairie marécageuse *Carex rostrata* est l'espèce dominante. Le tableau XXIII donne le chiffre de fréquence des espèces dans une de ces prairies de *Carex* située près d'un affluent du côté est du lac de Torsjö. Sur un emplacement encore plus humide la végétation se composait de *Carex rostrata*, *Equisetum limosum*, *Mentha arvensis*, *Menyanthes trifoliata* et *Juncus supinus*, et à un autre endroit on trouvait dans la compagnie de *Carex rostrata*: *Eriophorum polystachyum*, *Glyceria fluitans* et *Ceratophyllum demersum*.

L'eau des rivières suédoises est très pauvre en calcaire, et l'on peut par suite rencontrer l'espèce *Sphagnum* dans le domaine de leurs inondations. Mais la plus grande partie de la prairie de *Carex rostrata* est exempte de *Sphagna*; on trouve seulement çà et là un petit coussin de *Sphagna*, surtout quand une pierre forme une petite élévation naturelle. Dans les touffes de *Sphagnum* se trouvent souvent des buissons de *Myrica gale*. Dans les trous d'eau, l'espèce *Sphagnum* se trouve presque toujours dans la prairie de *Carex rostrata*, et par la suite cette prairie devient une tourbière de *Sphagnum*, où cependant, à cette première étape, *Carex rostrata* est toujours prédominante. On peut citer comme exemple un trou marécageux dans la paroisse de Tegnaby, entouré de pentes très hautes et abruptes. Le bord du marais est marqué par une petite bordure de *Carex panicea*. Le fond plat était abondamment tapissé de *Sphagna*, *Carex rostrata*, *Eriophorum polystachyum* et *Menyanthes trifoliata*. Au milieu du marais s'élevaient deux mottes portant *Eriophorum vaginatum*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris*, et deux petits bouleaux.

Tableau XXV.

	A	B	C	D
<b>Nanophanéophytes</b> .....	—	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>49</b>
Betula pubescens .....	—	5	3	—
Rhamnus frangula .....	—	—	1	—
Myrica gale .....	—	11	—	49
Vaccinium uliginosum .....	—	—	2	—
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>54</b>	<b>117</b>	<b>100</b>	<b>83</b>
Andromeda polifolia .....	—	42	—	7
Calluna vulgaris .....	—	—	50	50
Erica tetralix .....	—	—	—	26
Oxycoccus palustris .....	—	50	50	—
Comarum palustre .....	50	25	—	—
Aira flexuosa .....	4	—	—	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>10</b>	<b>47</b>	<b>101</b>	<b>46</b>
Viola palustris .....	6	12	—	—
Trientalis europæa .....	2	6	—	—
Molinia cœrulea .....	—	—	3	42
Eriophorum vaginatum .....	—	17	48	2
Drosera rotundifolia .....	—	—	50	—
Potentilla tormentilla .....	—	2	—	2
Menyanthes trifoliata .....	—	3	—	—
Nardus stricta .....	—	2	—	—
Agrostis canina .....	2	1	—	—
Peucedanum palustre .....	—	4	—	—
<b>Géophytes</b> .....	<b>139</b>	<b>91</b>	—	—
Carex teretiuscula .....	50	42	—	—
Carex panicea .....	32	49	—	—
Carex Goodenoughii .....	35	—	—	—
Eriophorum polystachyum .....	19	—	—	—
Majanthemum bifolium .....	3	—	—	—
<b>Thérophytes</b> .....	—	—	—	<b>1</b>
Melampyrum pratense .....	—	—	—	1
<b>Points</b> .....	<b>203</b>	<b>271</b>	<b>207</b>	<b>179</b>
Diagéïques .....	147	162	2	56
Épigéïques .....	56	104	201	122

**Formation G. Prairie d'herbes xéromorphes diagéïques toujours vertes.** Cette prairie, qui remplace à un niveau un peu plus élevé la prairie de *Carex rostrata*, est caractérisée par *Carex panicea*, *Carex Goodenoughii* et *Carex teretiuscula*. Le tableau XXIV donne la végétation de cette zone au même lieu que le tableau précédent. Comme il arrive le

plus souvent le long des cours d'eau, on ne trouva encore que peu de *Sphagna* dans cette zone. Dans les trous sans écoulement d'eau la tourbière règne depuis longtemps avant que cette zone apparaisse. Le tableau XXV A représente la même zone près d'Ingelstad (Småland). B du tableau XXV représente une transition entre formation G et la bruyère, en passant par dessus la formation H. Parmi les chamæphytes, on remarqua l'*Andromeda* diagéique. Cette espèce atteint son maximum de diffusion dans la formation G, tandis que l'*Oxycoccus* épigéique ne devient commun que dans la formation H et dans la bruyère.

**Formation H. Formation d'herbes xéromorphes épigéiques.**

Cette formation se divise en deux facies. Sur un sol plat en pente douce, au-dessus de la zone d'inondation d'un cours d'eau, et aussi sur des clairières marécageuses de forêts où la formation de la tourbe est faible, ou bien la formation G est immédiatement remplacée par la bruyère, ou bien il s'intercale entre les deux une zone de formation H, dans laquelle prédomine en règle générale *Juncus squarrosus*. Dans cette zone se trouvent beaucoup de mousses, *Sphagna* et autres mousses.

Mais dans les trous d'eau tapissés de végétation la formation G est remplacée par une zone contenant l'*Eriophorum vaginatum*. Dans les deux facies les chamæphytes jouent un rôle plus ou moins important comme élément secondaire. L'*Oxycoccus palustris* atteint dans cette formation son maximum de diffusion.

Au sujet des herbes de la tourbière, il faut remarquer qu'un grand nombre d'entre elles peuvent se distinguer des autres herbes xérophiles comme un type biologique spécial, adapté à un sol pauvre en oxygène. La plupart des espèces les plus caractéristiques de la tourbière sont en effet pourvues d'un tissu aérien. Il serait très intéressant d'examiner de plus près quelles sont les plantes de tourbière qui présentent

cette particularité et comment le même caractère est représenté dans d'autres sociétés de plantes.

**Formation C. Formation de Chamæphytes xéromorphes épigéiques** (bruyère). La formation des herbes de tourbière épigéiques est un stade qui est en général parcouru très rapidement, de sorte qu'on la rencontre rarement avec son type pur. Les herbes et chamæphytes épigéiques sont rapidement suivies des chamæphytes de la bruyère. Comme nous l'avons dit, des nanophanérophytes diagéiques, savoir *Myrica gale*, peuvent déjà se rencontrer dans la prairie de *Carex rostrata* quand un *Sphagnum* abondant rend le terrain un peu plus élevé. Dans une prairie de ce genre nous avons noté sur une motte de *Sphagnum*: *Carex rostrata*, *Viola palustris*, *Myrica gale* en grande abondance, *Peucedanum palustre*, *Agrostis canina* et *Andromeda polifolia* assez rarement. La formation était encore celle d'une prairie d'herbes diagéiques.

Dans la zone de *Carex panicea* les nanophanérophytes diagéiques (*Myrica gale*) et les chamæphytes (*Andromeda polifolia*) sont souvent un élément secondaire important.

Avec les Cypéracées épigéiques commencent aussi à apparaître les chamæphytes épigéiques, notamment l'*Oxycoccus*, souvent aussi l'*Empetrum*, et plusieurs autres espèces. La *Calluna vulgaris* est très abondante en Småland, mais l'*Erica tetralix* est extrêmement rare dans la région orientale de cette province. C'est là le point de départ d'une évolution, en ce sens que les herbes constituantes cèdent peu à peu une large place aux chamæphytes, et nous avons alors la bruyère. Dans celle-ci apparaissent aussi ordinairement les premiers arbres. Mais en général ces arbres sont petits et clairsemés.

Le tableau XXV C donne un exemple de la formation des herbes de tourbière épigéiques avec passage à la bruyère. (L'exemple est emprunté à la tourbière de Büllemose). Ce facies est extrêmement abondant. La bruyère était encore très basse. XXII B montre un facies de transition analogue

mais beaucoup près du type de la bruyère. Bien que le lieu fût très humide, la calluna était vigoureuse. Aux deux endroits on trouvait le *Sphagnum* en abondance. XXV D provient de la tourbière de Djurle Myr, paroisse de Jät en Småland. Nous avons ici une bruyère de tourbière plus avancée; les touffes se sont peu à peu rapprochées et les intervalles ont disparu. Le *Sphagnum* est très en décadence. Les herbes formant touffes sont en voie de disparition et la bruyère typique a dépassé l'étape de transition. Voici des remarques faites sur une tourbière de la paroisse de Tegnaby: les touffes sont presque réunies, les intervalles sont étroits et presque dépourvus de plantes. Sur les touffes croissent en grand nombre *Eriophorum vaginatum*, *Calluna vulgaris* et *Sphagna*; moins nombreux sont: *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum* et *Vaccinium vitis idæa*, plus des exemplaires dispersés de sapin et de bouleau. Cette tourbière paraît parcourir très rapidement le stade de bruyère et passer à la formation suivante, où dominent les nanophanérophytes et les chamæphytes diagéiques.

**Formation I. Formation de nanophanérophytes xéromorphes diagéiques.**

Tableau XXVI.

	A	B	C	D	E
<b>Microphanérophytes</b> .....	<b>11</b>	<b>28</b>	<b>43</b>	—	<b>1</b>
<i>Pinus silvestris</i> .....	—	3	—	—	—
<i>Betula pubescens</i> .....	10	25	10	—	1
<i>Salix caprea</i> .....	1	—	—	—	—
<i>Juniperus communis</i> .....	—	—	33	—	—
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	—	<b>50</b>
<i>Myrica gale</i> .....	27	31	50	—	50
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	50	47	29	—	—
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>26</b>	<b>91</b>	<b>71</b>	<b>155</b>	<b>47</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	15	48	44	50	22
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	—	28	8	3	7
<i>Andromeda polifolia</i> .....	—	—	—	1	—
<i>Calluna vulgaris</i> .....	—	—	—	50	—
<i>Lycopodium annotinum</i> .....	—	—	—	—	3
<i>Empetrum nigrum</i> .....	6	11	17	—	—

	A	B	C	D	E
Oxycoccus palustris .....	—	—	—	50	13
Aira flexuosa .....	5	2	2	1	2
Comarum palustre .....	—	2	—	—	—
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>62</b>	<b>34</b>
Trientalis europæa .....	5	1	—	3	8
Viola palustris .....	—	—	—	—	5
Eriophorum vaginatum .....	2	3	3	—	2
Mollinia caerulea .....	6	16	2	—	—
Juncus squarrosus .....	—	—	—	50	—
Agrostis alba .....	—	—	—	—	9
Potentilla tormentilla .....	—	—	—	9	10
<b>Géophytes</b> .....	<b>6</b>	—	<b>3</b>	<b>27</b>	<b>104</b>
Carex teretiuscula .....	—	—	—	—	49
Carex panicea .....	1	—	—	—	46
Majanthemum bifolium .....	4	—	3	27	—
Pteridium aquilinum .....	1	—	—	—	—
Eriophorum polystachyum .....	—	—	—	—	9
<b>Points</b> .....	<b>143</b>	<b>217</b>	<b>201</b>	<b>244</b>	<b>236</b>
Diagéiques .....	103	155	134	84	196
Épigeïques .....	19	34	24	160	39

A mesure que la tourbière s'élève elle devient aussi moins humide. Les *Sphagna* diminuent et disparaissent, et d'autres mousses les remplacent. Il se forme alors sur la tourbe une tourbe sèche de consistance légère qui s'accroît des feuilles tombées et des branches mortes. En même temps pénètrent les Vaccinées, qui finissent par évincer les chamæphytes épigeïques de la bruyère. La première des Vaccinées est *V. uliginosum*; vient ensuite *V. vitis idæa*; *V. myrtilus* n'est jamais abondant dans les tourbières, à moins que celles-ci ne soient peuplées d'arbres. Au cours de ce stade la tourbière peut devenir forêt, car les arbres peuvent maintenant prospérer et ombrager complètement le sol.

Souvent *Myrica gale* a déjà pénétré dans un des stades de prairie et a mené dans la bruyère une existence précaire. Maintenant elle prend des forces et atteint dans cette zone son maximum de diffusion. Il arrive très fréquemment que *Myrica* et *Vaccinium uliginosum* forment d'abord des buissons

de nanophanérophytes qui peuvent évoluer vers la forêt ou vers une formation de chamæphytes diagéiques, lesquels sont à leur tour remplacés par la forêt. Assez souvent l'évolution se fait si rapidement que le stade des nanophanérophytes est laissé de côté.

La xéromorphie est dans la formation J moins caractérisée que dans les formations précédentes.

A—C du tableau XXVI donnent des exemples de la formation J. Toutes les localités sont situées dans la paroisse de Torsås. A et B proviennent d'une tourbière haute présentant des mottes ou touffes. Entre les touffes régnait le stade de bruyère. C provient du bord d'un marais de *Carices* diagéiques. En dehors de ceux-ci on trouvait une zone large d'environ 20 cm. présentant un facies d'*Eriophorum-Oxycoccus*, puis le facies ici indiqué de *Myrica-Vaccinium*. Dans le stade *Vaccinium* les mottes sont ordinairement hautes et larges, de sorte que les intervalles sont minces et ne logent que peu de plantes. D et E donnent la végétation des intervalles en deux points où ils étaient plus larges. En D les mottes portaient un facies de *Vaccinium* avec son aspect habituel. On constate que les intervalles appartiennent à la bruyère. On a trouvé de la mousse en abondance, et parmi cette mousse des *Sphagna*. Les mottes de l'exemple E portaient en partie un facies de *Vaccinium*, en partie un facies de *Myrica-Vaccinium*.

Les intervalles sont un type de transition entre la prairie marécageuse et la formation des nanophanérophytes diagéiques, l'étape de la bruyère étant laissée de côté. Il y avait des *Sphagna* en abondance, mais pas très vigoureux. L'omission du stade de la bruyère semble fréquent sur un sol pierreux recouvert d'une mince couche de *Sphagnum*. De même le facies de *Myrica* ou celui de *Vaccinium* se forme souvent sans bruyère antérieure sur des pierres qui émergent de la tourbière et finissent par se couvrir de végétation.

En revanche le stade de la bruyère paraît constant sur une tourbe profonde.

Dans l'île de Séeland la formation de *Vaccinium* apparaît constituée exclusivement par le *Vaccinium uliginosum*, par exemple dans la tourbière de Bøllemose.

Tableau XXVII.

	A	B	C	D
<b>Microphanérophytes</b> .....	—	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>63</b>
<i>Pinus silvestris</i> .....	—	7	15	25
<i>Picea excelsa</i> .....	—	—	—	4
<i>Betula pubescens</i> .....	—	5	5	30
<i>Juniperus communis</i> .....	—	—	—	4
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>53</b>	<b>56</b>	<b>53</b>	<b>33</b>
<i>Myrica gale</i> .....	31	6	13	—
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	22	50	40	33
<b>Chaméphytes</b> .....	<b>97</b>	<b>145</b>	<b>162</b>	<b>111</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	25	33	44	46
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	—	4	—	—
<i>Andromeda polifolia</i> .....	8	5	12	—
<i>Calluna vulgaris</i> .....	38	34	16	50
<i>Empetrum nigrum</i> .....	27	43	45	—
<i>Oxycoccus palustris</i> .....	—	1	45	—
<i>Aira flexuosa</i> .....	9	5	—	15
<b>Hémicryptophytes</b> .....	<b>31</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>Molinia caerulea</i> .....	29	7	—	50
<i>Eriophorum vaginatum</i> .....	—	38	50	—
<i>Peucedanum palustre</i> .....	2	—	—	—
<b>Géophytes</b> .....	<b>5</b>	<b>2</b>	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> .....	5	2	—	—
<b>Points</b> .....	<b>196</b>	<b>240</b>	<b>285</b>	<b>257</b>
Diagéiques.....	91	100	109	79
Épigéiques.....	105	128	156	115

**Formation E. Formation de chaméphytes xéromorphes diagéiques.** Le tableau XXVII donne des exemples de passage direct de la bruyère à la formation E. Toutes les localités proviennent de la paroisse de Torsås en Småland. A provient d'une seule motte haute de 50 cm. Entre les mottes on trouvait des *Sphagna* et des *Carices* diagéiques. Sur quelques-unes des mottes croissaient de petits exemplaires d'aune et de bouleau. B provient des mottes d'une tourbière.

Entre les mottes se trouvaient des *Sphagna* avec *Calluna*, *Oxycoccus* et *Eriophorum*, autrement dit la bruyère. C provient d'une île de tourbière située dans une prairie marécageuse. On trouvait sur cette île des mousses, parmi lesquelles l'espèce *Sphagnum*. Tout autour de l'île croissaient: *Carex rostrata*, *Glyceria fluitans*, *Eriophorum polystachyum* et *Ceratophyllum demersum*. D est déjà une forêt ouverte. Dans tous ces cas l'évolution s'est faite si rapidement qu'il n'y a pas eu de stade avec formation J. La bruyère se transforme en forêt en passant par une forme intermédiaire entre la bruyère et la formation E.

Tableau XXVIII.

	A	B		A	B
<b>Microphanérophytes</b> . . . . .	<b>50</b>	<b>59</b>	<b>Hémicryptophytes</b> . . . . .	<b>26</b>	<b>50</b>
<i>Betula pubescens</i> . . . . .	50	50	<i>Trientalis europæa</i> . . . . .	—	33
<i>Rhamnus frangula</i> . . . . .	—	6	<i>Molinia caerulea</i> . . . . .	26	10
<i>Sorbus aucuparia</i> . . . . .	—	3	<i>Moehringia trinervia</i> . . . . .	—	1
<b>Nanophanérophytes</b> . . . . .	<b>50</b>	<b>13</b>	<i>Lastræa spinulosa</i> . . . . .	—	6
<i>Vaccinium uliginosum</i> . . . . .	50	13	<b>Points</b> . . . . .	<b>128</b>	<b>221</b>
<b>Chaméphytes</b> . . . . .	<b>2</b>	<b>99</b>	Diagéïques . . . . .	50	96
<i>Vaccinium myrtillus</i> . . . . .	—	50	Épigéïques . . . . .	28	66
<i>Aira flexuosa</i> . . . . .	2	49			

Sous-formation X de forêt d'arbres à feuilles. Si la formation I passe directement à la forêt, il peut arriver qu'il se produise une forêt d'arbres à feuilles dont l'étage inférieur est presque exclusivement composé de nanophanérophytes diagéïques (*Vaccinium uliginosum*). J'ai souvent rencontré cette formation dans des tourbières danoises sur la lisière de forêts de bouleaux. Le tableau XXVIII A en fournit un exemple tiré de la tourbière de Bøllemose près de Skodsborg (île de Séeland).

Sous-formation VII de forêt d'arbres à feuilles (Étage inférieur de chaméphytes xéromorphes diagéïques). En règle générale dans la province de Småland, avant que la forêt ait eu le temps de devenir épaisse, le *Vaccinium vitis*

*idæa* prend une place si importante parmi les plantes de la tourbière qu'il se produit une forme intermédiaire entre la formation de nanophanérophytes diagéiques et celle de chamæphytes diagéiques. Lorsque l'ombre augmente on trouve aussi *Vaccinium myrtillus*. La sous-formation VII, forêt d'arbres à feuilles ou mélange de pins et de bouleaux avec même étage inférieur, est l'aboutissement ordinaire de l'évolution des tourbières smålandaises. La forêt d'arbres à feuilles est composée de bouleaux, parmi lesquels on trouve toujours beaucoup de pins et quelques sapins. La forêt de tourbière se distingue de la forêt de bouleaux ou de la forêt mixte situées, sur un autre sol par l'abondance de ses nanophanérophytes, parmi lesquels *Vaccinium uliginosum* est particulièrement commun; vient ensuite *Myrica gale*. Exceptionnellement la forêt peut être si épaisse dans les tourbières smålandaises que la sous-végétation devient très pauvre en individus (tableau IX).

Tableau XXIX.

	A	B	C	D
<b>Mésophanérophytes</b> .....	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>61</b>	<b>55</b>
<i>Pinus silvestris</i> .....	—	—	4	27
<i>Picea excelsa</i> .....	2	—	7	7
<i>Betula pubescens</i> .....	50	50	50	21
<b>Microphanérophytes</b> .....	—	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>8</b>
<i>Juniperus communis</i> .....	—	—	7	8
<i>Salix aurita</i> .....	—	1	15	—
<b>Nanophanérophytes</b> .....	<b>61</b>	<b>44</b>	<b>53</b>	<b>37</b>
<i>Salix repens</i> .....	—	—	2	—
<i>Myrica gale</i> .....	49	7	2	—
<i>Vaccinium uliginosum</i> .....	12	37	49	37
<b>Chamæphytes</b> .....	<b>92</b>	<b>101</b>	<b>103</b>	<b>133</b>
<i>Vaccinium vitis idæa</i> .....	50	50	50	49
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	42	50	49	41
<i>Calluna vulgaris</i> .....	—	—	2	25
<i>Empetrum nigrum</i> .....	—	—	—	8
<i>Aira flexuosa</i> .....	—	1	2	10
<b>Hémicryptophytes</b> .....	—	—	<b>2</b>	<b>17</b>
<i>Trientalis europæa</i> .....	—	—	1	6
<i>Luzula pilosa</i> .....	—	—	1	1
<i>Luzula multiflora</i> .....	—	—	—	1

	A	B	C	D
Agrostis alba . . . . .	—	—	—	2
Potentilla tormentilla . . . . .	—	—	—	7
<b>Géophytes</b> . . . . .	—	—	—	<b>7</b>
Majanthemmm bifolium . . . . .	—	—	—	7
<b>Thérophytes</b> . . . . .	—	—	<b>1</b>	—
Melampyrum pratense . . . . .	—	—	1	—
<b>Points</b> . . . . .	<b>205</b>	<b>196</b>	<b>242</b>	<b>257</b>
Diagéiques . . . . .	153	144	153	140
Épigéiques . . . . .	—	1	5	54

Le tableau XXIX donne des exemples de ces forêts dans la paroisse de Torsås. A et B proviennent de la même localité près des bords de la rivière de Djurlé Å qui forme ici la limite entre les paroisses de Torsås et de Täfvelsås. Quelques mottes étaient particulièrement riches en *Myrica*; sur d'autres, *Vaccinium uliginosum* était le plus abondant parmi les nanophanérophytes. Les intervalles entre les mottes appartenaient au stade *Carex panicea*. C provient d'une forêt de bouleaux sur sol pierreux et marécageux. Sur les pierres tapissées de mousses croissent les Vaccinées. Entre les pierres se trouvent des *Sphagna* et des *Carices*. D provient également d'un sol pierreux avec faible formation de tourbe.

Le tableau XXVIII B présente un exemple provenant de la tourbière de Bøllemose près de Skodsborg. Cet exemple appartient à un type intermédiaire entre la sous-formation VIII (étage inférieur de chamæphytes mésomorphes), la sous-formation IV (herbes diagéiques) et la sous-formation IX (chamæphytes épigéiques). Ces deux dernières sous-formations se trouvent à Bøllemose sur un sol sec, la première où la forêt est ouverte et claire, la seconde où elle est plus dense et ombreuse. Enfin la forêt de bouleaux se présente avec une sous-végétation rare au point où l'ombre est très épaisse.

Un résultat essentiel de ces recherches, c'est que la végétation de la tourbière de *Sphagnum* consiste en espèces épigéiques, tandis qu'avant la formation de cette tourbière nous

avons une prairie de Cypéracées diagéiques et qu'après la tourbière se présente une société de nanophanérophytes et de chamæphytes diagéiques. Il est très intéressant de noter que *Myrica gale* commence à se trouver dans les sociétés de Cypéracées diagéiques pour disparaître ensuite ou mener une existence précaire dans la tourbière de Sphagnum, et pour prendre une place très importante dans le stade terminal.

---



## CHR. BOHR'S VIDENSKABELIGE GERNING

AF

V. HENRIQUES

VED MØDET D. 21. APRIL 1911

**M**ine Herrer! Ved Mødet den 10<sup>de</sup> Februar her i Selskabet udtalte Præsidenten i Tilslutning til sine smukke Mindeord om Chr. Bohr det Haab, at en Sagkyndig vilde give en Skildring af Bohrs videnskabelige Virksomhed. Jeg har, tilskyndet af denne Opfordring fra Præsidenten, anmodet om at maatte sige et Par Ord her i Selskabet.

Som De ved, døde Chr. Bohr den 3<sup>die</sup> Februar; havde han levet den 23<sup>de</sup> Februar over, havde han kunnet fejre sit 25 Aars Jubilæum som Professor ved Københavns Universitet. Hans Elever og skandinaviske Venner havde tænkt sig at fejre Jubilæet ved at overrække ham et Festskrift, og dette forelaa allerede færdigt ved hans Død; det blev da bestemt at udgive Festskriftet som et Mindeskrift, som hans gode Ven Robert Tigerstedt fra Helsingfors indledede med en smuk og sympatetisk Skildring af Bohr og hans videnskabelige Virksomhed.

Jeg vil gerne benytte Lejligheden til at overrække Selskabet et Exemplar af dette Mindeskrift.

Naar jeg iaften skal give en Fremstilling af Bohrs Virksomhed, maa jeg strax bemærke, at der selvfølgelig ikke kan blive Tale om en fuldstændig Redegørelse for hans store og betydningsfulde Arbejde; jeg vil blot prøve paa i nogle faa Ord at fremhæve det væsentlige i hans Produktion.

Bohr har allerede tidligt haft Interesse for Biologien; i sit første Studieaar tænkte han paa at studere Zoologi, men Jap. Steenstrup raadede ham indtrængende til først at tage medicinsk Embedsexamen, et Raad, der blev af afgørende Betydning for Bohr. Allerede som Student begyndte han særligt at studere Fysiologi, og sit første videnskabelige Arbejde: Om Salicylsyrens Indflydelse paa Fordøjelsen skrev han kun 22 Aar gammel. Men hverken dette Arbejde eller hans Doktordisputats (1880), der omhandlede Fedtkuglerne i Mælk, kom til at spille nogen nævneværdig Rolle for Bohrs senere Produktion.

Bohr var i en Aarrække Assistent hos Panum, og det var Panum, der gav ham Ideen til de to nævnte Arbejder. Imidlertid har Bohrs Forsøg hurtigt taget en Retning, der laa Panums Tankegang noget fjærnt; man kan, ved at læse Bohrs Doktordisputats, ikke være i Tvivl om, at den er skrevet af en Mand med særlig Lyst til og særlige Anlæg for Fysik. Disse Anlæg kom som bekendt til at spille en stor Rolle ved hans senere Virksomhed. — Bohr kan heller ikke kaldes en Elev af Panum. Den Mand, han betragtede som sin egentlige Lærer, den Mand, han beundrede mest af alle de Fysiologer, han kom i Berøring med, var Carl Ludwig, Professor i Fysiologi i Leipzig. Og Beundringen var gengældt; Ludwig betragtede altid Bohr som en af sine mest fremragende Elever. — To Gange arbejdede Bohr i Ludwigs Laboratorium, i 1881 og 1883, og det var i disse for Bohr saa betydningsfulde Aar, at han kom ind paa Undersøgelser over Blodets og Respirationens Fysiologi; Undersøgelser paa dette Omraade har senere uafbrudt optaget ham lige indtil faa Timer før hans Død.

I Aaret 1887 fremkom Bohr med en foreløbig Meddelelse om sine første Forsøg angaaende Lungerespirationen, og den 2<sup>den</sup> November 1888 meddelte han her i Selskabet sine Resultater, der under Titlen: Sur la respiration pulmonaire findes trykt i Selskabets Oversigter.

Dette Arbejde danner ligesom Grundlaget for Bohrs senere Arbejder, og jeg skal derfor omtale det lidt nærmere.

Lungen er et Organ, der bl. a. tjener til at optage Ilt og udskille Kulsyre. Disse Processer, Iltoptagelsen og Kulsyreudskillelsen, foregaar ude i de fine Endeblærer — Alveolerne — hvori Luftrørgrenene ender. Alveolerne er ompundne af et fint Net af Blodkapillærer, og Ilten, der optages i Blodet, maa da passere først Lungeblærens Væg og derefter Blodkapillærens Væg for at komme ind i Blodet, medens Kulsyren, der er dannet i Legemet og fra Blodet skal ud i Lungeluften, maa gaa den modsatte Vej. Hvorledes har man nu tænkt sig at disse vigtige Processer foregaar?

Pflüger og hans Elever anstillede i 70'erne en Række Forsøg, der gik ud paa at vise, at Luftpassagen i Lungen foregik ved en Diffusion af Luftarterne gennem de yderst tynde Membraner, der adskiller Lungeluften og Blodet.

I Modsætning til Pflüger havde Ludwig udtalt den Formodning, at Luftsiftet i Lungen — i hvert Fald for Kulsyrens Vedkommende — ikke skyldtes en Diffusionsproces, men maatte sammenlignes med de i Kirtlerne foregaaende sekretoriske Processer, ved hvilke Cellerne, der beklæder Kirtlernes Hulrum, spiller en aktiv Rolle. Ludwig tænkte sig altsaa, at Cellerne i Lungealveolerne og i Blodkapillærene aktivt førte Kulsyren fra Blodet ind i Lungeblærene, uafhængigt af Kulsyrens Spænding henholdsvis i Blod og Lungeluft.

Ludwig støttede sig her til nogle Forsøg, I. I. Müller havde udført i hans Laboratorium. Disse Forsøg var kun lidet overbevisende; Kritiken fra den Pflügerske Skole var heller ikke just blid, og en Bemærkning om, at det vilde være interessant at se, hvad Resultat man naaede til, naar man i Leipzig ledede Hundeblood gennem en Faarehjærne, tog Ludwig sig efter sigende saa nær, at han opgav at arbejde videre paa Spørgsmaalet om Lungens Funktion. C. 15 Aar efter Müllers Undersøgelser tog Bohr Sagen op igen til fornyet Prøvelse,

og sine Resultater samlede han i den nævnte Afhandling: Sur la respiration pulmonaire.

Allerede i dette Arbejde træder Bohrs fremragende Evner som Experimentator tydeligt frem; han benyttede flere af ham selv konstruerede Apparater, og det lykkedes ham at gennemføre disse særdeles vanskelige Forsøg ved Hjælp af en Methodik, der stod langt over den af tidligere Undersøgere benyttede.

Jeg skal ikke her komme nærmere ind paa Enkelthederne ved disse Forsøg, men blot nævne, at Bohr hos Hunde samtidig bestemte Luftarternes Spænding i Blodet og i Lungeluften. Af disse Bestemmelser mente Bohr at maatte slutte, at Kulsyreudskillelsen og Iltoptagelsen ikke beroede paa en Diffusion af Luftarterne, men at Lungen maatte spille en aktiv Rolle ved de nævnte Processer. Kulsyren for Ex. udskiltes fra Blodet over i Lungeluften til Trods for at Kulsyre-spændingen i flere af Forsøgene var højere i Lungeluften end i Blodet.

Naar man gennemlæser dette Bohrs første Arbejde paa Respirationsfysiologiens Omraade, bliver man slaaet af den Klarhed i Tankegangen, som præger Afhandlingen. Han ser strax, hvilke forskellige Muligheder der kan tænkes, naar man nødes til at opfatte Lungen som en Kirtel. I Slutningen af Afhandlingen findes følgende Bemærkning: „Den Indflydelse, Lungevævet udøver paa Forholdet mellem Spændingerne af Luftarterne i Blodet og i Lungeluften, kan forklares enten ved en direkte Absorption af Ilten og en direkte Elimination af Kulsyren ved Hjælp af Lungeepithelet, eller ved en Virksomhed, der forandrer Spændingen af Blodets Luftarter i det Øjeblik, Blodet forlader Lungen; den ene Forklaring udelukker naturligvis ikke den anden.“ I disse faa Linier udtrykte Bohr klart og tydeligt det, der for ham og hans Elever blev Arbejdsgrundlaget i de følgende Aar.

Spørgsmaalet: Lungens sekretoriske Virksomhed betragtede

Bohr som løst ved de omtalte Forsøg. De mulige Spændingsforandringer af Luftarterne i Blodet blev i de efterfølgende Aar prøvet ved en stor Mængde Undersøgelser over Blodfarvestoffets — Hæmoglobinet — Ilt- og Kulsyrebinding, De første herhenhørende Forsøg stammer allerede fra 1885. Til disse Forsøg anvendte han et af ham selv construeret Absorptiometer, der viste sig at frembyde meget store Fordele fremfor tidligere anvendte Apparater. Ved Hjælp af dette Absorptiometer viste Bohr, at Hæmoglobinet ikke altid bandt lige store Mængder Ilt, men at den optagne Mængde Ilt var stærkt varierende.

Støttet til sine absorptiometriske Forsøg antog han, at der i Blodet fandtes mindst 4 forskellige Modificationer af Hæmoglobin ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  Hæmoglobin), der pr. Gram Hæmoglobin bandt henholdsvis 0,4, 0,8, 1,5 og 2,7 Cubikcentimeter Ilt (ved 0° og 760<sup>mm</sup> Tryk). Disse forskellige Modificationer gik efter Bohrs Mening let over i hinanden, hvad der nødvendigvis maatte være af stor Betydning for Organismen. Efterhaanden som Ilten for Ex. bruges ved Blodets Strømning gennem Kapillærsystemet, vil Iltspændingen i Blodet synke mere og mere. Hvis imidlertid Hæmoglobinet samtidig forandres, saaledes at det omdannes fra en Modification med hvad Bohr kaldte høj specifik Iltholdighed til en Modification med lav specifik Iltholdighed, vil Spændingen af Ilten i Blodet (eller rettere i Blodets Plasma) kunne holdes oppe til Trods for, at Ilten stadig bruges.

At denne Regulation ogsaa maa kunne spille en Rolle for Iltoptagelsen ved Blodets Passage gennem Lungen, er en Selvfølge.

Foruden Undersøgelserne over Hæmoglobinet's Forhold til Ilten anstillede Bohr tilsvarende Forsøg med Kulsyre; ved disse Forsøg blev Forstaaelsen af flere vigtige Spørgsmaal angaaende Kulsyrens Binding i Blodet klargjort.

Forsøgene over Spændingen af Luftarterne i Lungen og

Blodet paa den ene Side, og Forsøgene over de forskellige Hæmoglobinmodificationer paa den anden Side danner som nævnt Grundlaget for Bohrs Teorier om det respiratoriske Stofskifte; det er ogsaa særlig disse Forsøg, der har givet Anledning til saa megen Strid for eller imod de Bohrske Teorier; navnlig i de sidste Aar er denne Strid blusset op paany, hvilket gav Stødet til nye Forsøg fra Bohrs Side. Han havde til disse Forsøgs Gennemførelse konstrueret en Række fortrinlige Apparater, der i Nøjagtighed overgik alt, hvad man tidligere havde anvendt til lignende Øjemed. Bohr tog fat paa denne nye Undersøgelserække med den for ham karakteristiske Energi og Tillid til sine Anskuelsers Rigtighed.

Desværre naaede han ikke at fuldføre sine Arbejder; Døden overraskede ham midt i hans travle Virksomhed.

---

De hidtil nævnte Undersøgelser maatte nødvendigvis forudsætte et indgaaende Kendskab til en Række fysiske Forhold vedrørende Luftarternes Optagelse i Vand ved forskellig Temperatur og Tryk. Herved kom Bohr ind paa Forsøg af rent fysisk Art, af hvilke særlig maa nævnes hans Undersøgelser over Iltens Afvigelse fra Mariottes Lov ved lave Tryk; dette Arbejde blev (1885) indleveret til Videnskabernes Selskab, der belønnede Afhandlingen med sin Sølvmedaille.

Endvidere er der fra Bohrs Laboratorium udgaaet en Række Bestemmelser over nogle Luftarters Absorption i Vand ved forskellige Temperaturer; disse Bestemmelser hører til de nøjagtigste, som overhovedet foreligger. Ved disse Forsøg fik Bohr Lejlighed til at vise sine rige Evner fra en ny Side. Hans udprægede matematisk-fysiske Begavelse spores som nævnt allerede i hans Doktorafhandling, hvis Hovedafsnit omhandler et rent fysisk Spørgsmaal; ved hans nys nævnte Undersøgelser træder disse Evner endnu skarpere frem; han følte ofte Trang til at lade sine fysiologiske Undersøgelser træde

mere i Baggrunden for helt at beskæftige sig med fysiske Forsøg; og dog kan det ikke noksom fremhæves, at hele hans Stræben, hele hans videnskabelige Virksomhed concentrerede sig om Løsningen af de fysiologiske Problemer, der vedrører det respiratoriske Stofskifte. Bohr var klar over, at et nøje Kendskab til alle fysiske Forhold, der kunde spille en Rolle ved hans fysiologiske Undersøgelser, var absolut nødvendigt for ikke at blive ført vild, naar Talen var om de mange komplicerede Processer i den dyriske Organisme. Paa den anden Side lod han sig aldrig heraf forlede til udelukkende at opfatte Processerne i den levende Organisme som Resultatet af kendte fysiske og kemiske Kræfter. Han saa, at der i de levende Celler foregik Omsætninger, som vi endnu ikke er i Stand til at tyde, og som vi derfor indtil videre maa nøjes med at betegne som „vitale“.

Man har af den Grund undertiden bebrejdet Bohr, at han har villet genindføre den gamle Vitalisme i Fysiologien. I Virkeligheden er denne Paastand ganske urimelig; de fleste Omsætninger i den dyriske Organisme er vi ude af Stand til at forklare paa en fyldestgørende Maade. Vi ved blot, at de fleste Processer er uadskilleligt knyttede til de levende Celler, og at Processerne ophører, naar Cellerne dø. Bohrs Opfattelse af de vitale Processer i Lungen er derfor ikke mere „vitalistisk“ end f. Ex. den almindelige Opfattelse af Processerne i Legemets forskellige Kirtler. Som flere Gange omtalt er Grundlaget for Bohrs videnskabelige Virksomhed hans Lære om Lungesekretionen og hans Lære om de forskellige Hæmoglobinmodificationer. Imidlertid har han paa mange andre Felter af Respirationsfysiologien ydet meget værdifulde Arbejder, og karakteristisk for ham var den Energi, han kunde sætte ind paa at rydde alle Vanskeligheder til Side for at føre sine Experimenter igennem. Hans Forsøg over Lungens Virksomhed førte ham ind paa Undersøgelser over Luftdannelsen i Svømmeblæren hos Fiskene. Han prøvede først

i sit Laboratorium at foretage disse Forsøg, men da de ikke lod sig gennemføre, rejste han resolut med sine Instrumenter over til den danske biologiske Station, der dengang laaovre i Lillebelt, og han udførte her i forbavsende kort Tid en Række Forsøg, der førte til nye Iagttagelser over Nervesystemets store Betydning for Luftdannelsen i Svømmeblæren.

Da han senere ønskede at undersøge Respirationen hos Dykfugle, drog han en Sommer med to af sine Elever til Færøerne, hvor han under ret primitive Forhold fik indrettet et lille fysiologisk Laboratorium, i hvilket han gennemførte sine Forsøg.

Af andre betydningsfulde Arbejder, der er udgaaet fra Bohrs Laboratorium, maa endvidere nævnes Undersøgelserne over Fostrets respiratoriske Stofskifte. Foruden Stofskiftet hos Høns- og Snogefostre undersøgte han ogsaa Stofskiftet hos Pattedyrfostret. Medens saadanne Forsøg ikke frembyder særlige Vanskeligheder, naar Talen er om Fostre af Høns eller Snoge, fordi disse Fostre er indesluttede i Æg, der let kan skaffes tilveje, frembyder Undersøgelserne over Pattedyrfostrets Stofskifte store Vanskeligheder. Ved en Række smukke — og man kunde sige dristige — Forsøg viste Bohr, at Pattedyrfostrets Stofskifte — i Modsætning til hvad man tidligere havde troet — er meget stort, paa det nærmeste lige saa intenst som Moderdyrets. Bohr tydede dette Forhold paa den Maade, at den intense Væxt i Fosterlivet krævede et stort Stofforbrug.

Foruden de allerede nævnte Undersøgelser over Lungens Funktion har Bohr i Forening med en af sine Elever udført en Række betydningsfulde Undersøgelser over Forbrændingsprocesserne i Lungen. Den berømte franske Fysiolog og Kemiker Lavoisier var som bekendt den første, der viste, at Stofskiftet i den dyriske Organisme var en Forbrændingsproces. Forbrændingen antog Lavoisier foregik i Lungerne; Blodet, der kom fra Vævene, antog han indeholdt let forbrændelige

Stoffer, der, ved i Lungen at komme i Berøring med den optagne Ilt, forbrændte under Dannelse af Kulsyre.

Senere, da man fandt, at Veneblodet, der løb til Lungen, indeholdt lidt Ilt og megen Kulsyre, medens Arterieblodet, der løb fra Lungen, indeholdt megen Ilt og lidt Kulsyre, gik man over til den Anskuelse, at hele Forbrændingsprocessen maatte henlægges til Vævene ude omkring i Legemet, og frakendte Lungen enhver Betydning i saa Henseende.

Af de vanskelige og komplicerede Forsøg, der er udgaaet fra Bohrs Laboratorium, fremgaar det med stor Tydelighed, at Forbrændingsprocesserne i Lungen kan være meget betydelige, saa at under visse Forhold over Halvdelen af den udskilte Kulsyre dannes i selve Lungen, medens Resten stammer fra Legemets øvrige Væv. Disse Forsøg har foruden deres Betydning for Fysiologien bl. a. aabnet en Mulighed for Forklaring af en Mængde pathologiske Processer i Legemet.

Paa Grund af den Kritik, der for ganske nylig fra tysk Side blev rettet mod disse Forsøg, var det Bohrs Hensigt at genoptage Undersøgelserne over Lungeforbrændingen. Han var ogsaa godt igang med disse Forsøg, da Døden saa pludselig rev ham bort midt i Arbejdet.

Blandt de senere af Bohrs Arbejder skal lige nævnes hans Undersøgelser over de mekaniske Forhold ved Lungerespirationen; han kom herved ind paa en Række Spørgsmaal, der har særlig Betydning for Lungepathologien, og hans Undersøgelser blev derfor modtaget med stor Interesse af Pathologer og Klinikere, ikke mindst paa Grund af hans nye, og utvivlsomt rigtige, Syn paa Lungeemfysemets (den sygelige Lungeudvidnings) Opstaaen.

Bohr har haft Lejlighed til at give en samlet Fremstilling af sine Anskuelser om Lungens og Blodets Fysiologi, idet han har bearbejdet dette Afsnit i en stor tysk Haandbog: „Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen“ (1905). Dette Arbejde er stærkt præget af Bohrs originale Syn, og det giver, særlig

paa Grund af den Ensidighed, hvormed det er skrevet, et overvældende Indtryk af det betydelige Arbejde, Bohr og hans Elever har præsteret paa Respirationsfysiologiens Omraade, ligesom ogsaa den indre Sammenhæng og den faste fremadskridende Udvikling, der altid har været i Bohrs Arbejder, her, hvor det hele sammenfattes under ét, træder særlig skarpt frem.

Bohr ændrede, efterhaanden som hans Undersøgelser skred frem, delvis sine Anskuelser om Lungens Funktion; han opgav saaledes Læren om Lungecellernes aktive Rolle ved Befordringen af Luften gennem Lungealveolernes Vægge, og gik over til at opfatte Luftsiftet som en Diffusionsproces. Derimod fastholdt han Læren om de forskellige Hæmoglobin-modificationer og tillagde disse Forbindelser en afgørende Betydning baade ved Processerne i Lungen og ved Processerne ude i Vævene.

Hans Opfattelse af Hæmoglobinet er dog ikke bleven almindelig anerkendt, og mange Fysiologer holder paa, at der i Organismen kun findes en Slags Hæmoglobin. Hvilken af disse Anskuelser der er den rette, kan for Tiden ikke afgøres, og der vil utvivlsvist endnu kræves mange Undersøgelser, inden dette for Fysiologien saare vigtige Spørgsmaal bliver løst. Baade Bohrs tidligere Forsøg paa dette Omraade og ikke mindst den af ham i den aller seneste Tid udarbejdede Teknik vil her blive af den allerstørste Betydning; og glemmes maa det ikke, at hvordan man end bedømmer de Resultater, Bohr kom til, saa er det dog til syvende og sidst ham, der ved sine talrige geniale Forsøg har bragt nyt Liv og nye Synspunkter ind i Undersøgelserne over det respiratoriske Stofskifte.

Jeg har i det her meddelte udelukkende holdt mig til Bohrs videnskabelige Virksomhed, og jeg skal ikke komme nærmere ind paa en Omtale af hans fremragende Evner som Lærer og hans ejendommelige gennemdannede Personlighed;

en saadan Skildring af Bohr er jo ogsaa givet før paa en saa smuk Maade baade af Prof. Høffding og Prof. Vilh. Thomsen.

Naar man vil værdsætte Bohrs Betydning, maa man ikke nøjes med at betragte hans videnskabelige Arbejder og den Glans, han derved har kastet over dansk Videnskab; man maa ogsaa se hen til den store Indflydelse, han har øvet paa Fysiologiens Udvikling i Danmark.

Da Bohr i 1886 blev ansat som Lektor i Fysiologi ved Københavns Universitet, var han vel næsten den eneste herhjemme, der beskæftigede sig med denne Gren af Biologien. Han samlede imidlertid hurtigt en Kreds af begejstrede Elever omkring sig, og nu ved hans Død indtager Mænd af den Bohrske Skole ledende Stillinger som Forstandere for nyoprettede biologiske Instituter, hvor Traditionerne fra Moderlaboratoriet holdes i Ære.

Derfor kan man ogsaa med Sandhed sige, at Christian Bohrs videnskabelige Virksomhed i lange Tider vil sætte Præg paa det fysiologiske Forskningsarbejde i Danmark.



## ÉTUDES SUR QUELQUES MÉTONYMIES<sup>1</sup>

PAR

KR. NYROP

(PRÉSENTÉ Á LA SÉANCE DU 3 NOVEMBRE 1911)

1. On appelle **métonymie** l'extension de sens qui consiste à nommer un objet au moyen d'un terme désignant un autre objet uni au premier par une relation constante. Il s'agit ici ordinairement du passage d'une représentation à une autre dont le contenu est avec la représentation donnée dans un rapport de contiguïté. Ces associations sont très variées; pour donner une idée préliminaire de leur diversité, nous examinerons d'abord quelques exemples isolés:

*Cotillon*, d'abord petite cotte de femme, ensuite le sexe féminin: *aimer le cotillon*. On emploie ainsi une partie du vêtement pour désigner ceux ou celles qui le portent. Le mot désigne aussi une sorte de branle, probablement d'origine campagnarde et dansé primitivement par des paysannes en cotillon; une action est ainsi caractérisée par une des circonstances concomitantes; une évolution en sens inverse est représentée par *boléro*, danse espagnole, puis une pièce d'habillement, soit une petite veste soit un chapeau, portée par celle qui danse le boléro.

*Crémaillère*, instrument de cuisine qu'on fixe à la cheminée pour suspendre les marmites, chaudrons etc. Quand on s'installait autrefois dans un nouveau logis, on commençait

<sup>1</sup> Les chiffres entre parenthèses renvoient à notre *Grammaire historique de la langue française*, vol. I—III (Copenhague, Leipzig, Paris. 1903—1908).

par *pendre la crémaillère*, et cet acte était suivi d'un repas par lequel on célébrait l'emménagement. Peu à peu le mot a aussi servi à désigner la circonstance concomitante, la fête d'inauguration. Voici un exemple de cet emploi que n'enregistrent pas les dictionnaires: Le soir, la crémaillère fut très gaie chez les Poisson (Zola, *L'Assommoir*, p. 411).

*Bouillon*, bulle qui se forme dans un liquide qui bout; ensuite l'ébullition qui produit les bulles; puis liquide où l'on a fait bouillir certaines substances: un bouillon gras; enfin restaurant où l'on ne servait primitivement que du bouillon. L'évolution de ce mot nous fait voir comment on passe de l'effet à la cause, et vice-versa, du concret à l'abstrait et vice-versa, d'une action au produit de cette action, d'une chose au lieu où cette chose se vend. Comp. le développement de *café*: fruit du caféier, infusion faite avec ce fruit torréfié, lieu où se prend cette boisson.

*Damas*, nom de lieu d'Asie Mineure, s'emploie comme dénomination de plusieurs objets venus primitivement de cette ville: étoffe de soie à fleurs, sabre d'acier, sorte de prune. Ainsi le nom d'un lieu en vient à désigner les produits naturels ou industriels de ce lieu.

*Noël* (de natalem), proprement jour de naissance (de Jésus-Christ), désigne aussi le cantique populaire chanté le jour de Noël, et l'air sur lequel il se chante. Ainsi une indication de temps devient aussi le nom de ce qui se rattache au temps indiqué. Dans le patois du Bas-Maine, *Toussaint* a pris le sens de semailles, et on dit *faire sa Toussaint* pour „semer“. Le développement inverse est représenté par le sort du mot *Hosanna*; cette exclamation hébraïque de bienvenue, passée en français sous la forme d'*osanne*, a servi de très bonne heure à désigner le jour où elle s'employait de préférence, le dimanche des Rameaux. M. Antoine Thomas a montré comment ce même mot est arrivé à désigner également le buis qui joue dans quelques contrées, pour la com-

mémoration du dimanche des Rameaux, le rôle liturgique dévolu ailleurs au laurier, à l'olivier, etc.; il désigne aussi le bouton d'or et quelques autres plantes qui sont ordinairement fleuries au moment de la fête des Rameaux (*Romania* 1909, p. 566).

*Visite*, postverbal de *visiter*, désigne l'action d'aller voir quelqu'un chez lui: *faire une visite, rendre une visite*. Le mot peut aussi prendre une signification concrète et arrive à exprimer ce qui a quelque rapport direct et constant avec la visite. Tout d'abord la personne qui fait une visite. Ex: Puis, se tournant vers une visite qui arrivait (E. & J. de Goncourt, *La femme au dix-huitième siècle*, p. 6), comp. la phrase allemande *wir haben Besuch*, où *Besuch* a le sens de *Gäste*. Ensuite une pièce d'habillement qu'on porte quand on fait des visites, un manteau de dame pour sortir.

2. Les changements sémantiques indiqués proviennent de ce fait bien connu que „les sensations et représentations de choses ou de propriétés qui s'offrent simultanément ou bien en succession immédiate dans notre expérience tendent à s'évoquer ensuite mutuellement“ (H. Høffding, *Esquisse d'une psychologie*, Paris 1903, p. 202). Les associations dont il s'agit sont multiples et souvent difficiles à grouper. Dans les paragraphes suivants nous ferons une étude spéciale des métonymies qui concernent la partie et le tout, le contenant et le contenu, la matière et la chose fabriquée, le producteur et le produit, la cause et l'effet, l'antécédent et le conséquent. La métonymie joue un grand rôle dans le développement des termes abstraits, auxquels elle donne un sens concret; c'est là un sujet d'étude très vaste dont nous nous occuperons ailleurs.

### I. Le tout et la partie.

3. PARS PRO TOTO. On désigne souvent le tout par une de ses parties qui devient le symbole de l'objet entier et en

éveille l'image complète dans la pensée. C'est ainsi qu'un homme peut être désigné par une partie de son corps, une pièce d'habillement, une parure, une arme, un outil, un instrument, etc. La marque distinctive s'identifie avec l'être entier; quand on dit *une vieille perruque*, on peut désigner par ces mots un homme qui porte perruque, et au figuré une personne arriérée.

Dans beaucoup de cas l'emploi métonymique de la partie pour le tout est devenu usuel; mais des exemples fortuits se produisent à tout moment dans la littérature comme dans la langue parlée.

Dans son fameux discours à François I<sup>er</sup> pour obtenir la permission d'attaquer les Espagnols à Cérises, le brave seigneur de Monluc parle de „mil à douze cents *chevaux*, tous résolus de mourir ou de vaincre“. En voici un autre exemple tout moderne. Dans un compte-rendu d'un tournoi de tennis on lit: Il est regrettable que toutes les *raquettes féminines* de Paris ne soient pas allées se mesurer contre les joueuses anglaises.

Nous examinerons dans les paragraphes suivants une série d'exemples groupés selon la nature de la marque distinctive choisie comme dénomination du tout.

4. Une partie quelconque du **corps** d'un être vivant ou quelque particularité corporelle peuvent servir à désigner tout l'être.

1°. Noms de personnes. Exemples: *Un pied-bot, un pied-plat, une vieille moustache* (un vieux soldat), *une barbe grise, un barbon* (emprunté de l'it. *barbone*), *une mauvaise langue, une bonne tête, une forte tête, un cœur noble, une peau dure*, etc. Dans quelques cas il y a changement de genre: *un Peau-rouge, un barbe* (III, § 709). On crée à tout moment des métonymies analogues. Exemples: Parions que ça venait chez vous ce *petit museau* (A. Daudet, *Numa*

*Roumestan*, p. 130). Un petit café où une douzaine de *vieilles barbes turques* fumaient encore le narghilé (C. Farrère, *L'homme qui assassina*, p. 115).

REMARQUE. Ce procédé métonymique a joué un rôle dans la création des noms propres des personnes. On trouve au moyen âge des noms tels que: *Belejambe*, *Bondos*, *Courtebarbe*, *Groskul*, *Grossetête*, etc. Rappelons aussi *Barbebleue* et *Fine Oreille* des contes populaires.

2°. Noms d'animaux. Exemples: *rouge-aile*, *blanc-bec*, *gros-bec*, *blanche-coiffe*, *cul-blanc*, *gorge-blanche*, *rouge-gorge*, *long-nez*, *grand-cœur*, *peau-bleue*, *blanche-queue*, *rouge-queue*, *tête-plate*, etc. Dans quelques cas il y a changement de genre: *Un rouge-gorge* (III, § 719). Rappelons aussi l'expression *tirer poil et plume*.

5. Un détail du **vêtement** s'emploie très souvent pour désigner la personne que distingue ce détail. Il y a quarante ans les élégants portaient des gilets très ouverts, et cette mode leur procura un nouveau nom tiré de la pièce d'habillement en question. En 1876, on pouvait lire dans le *Figaro*: „Lundi vous trouviez au Théâtre-Français *les gilets en cœur* les plus brillants de Paris“.

Au XVII<sup>e</sup> siècle *talon rouge* s'employait pour le gentilhomme qui avait le droit de porter des talons rouges. Au temps de la Renaissance *galoche* désignait un écolier portant galoches (voir H. Estienne, *Deux dialogues*, II, 308). Au XV<sup>e</sup> siècle, un membre du Parlement s'appelait un *chaperon fourré* (*Cent nouv. nouv.*, n° 67). Ce procédé a de tout temps été très commun, et on en crée constamment des exemples nouveaux. P. Mérimée écrit dans une de ses nouvelles: Comment voulez-vous qu'une jolie femme que je n'ai vue qu'une fois pense à inviter *une vieille culotte de peau* comme moi? (*La double méprise*). Surtout le parler populaire affectionne de telles dénominations; dans le peuple on appelle les

soldats *les pantalons rouges*, les douaniers *les habits verts*, les prêtres *les robes noires*; dans quelques patois les femmes sont nommées *blancs bonnets*, les hommes *chapeaux*, un petit homme est *une courte botte*, etc.

Notons aussi, dans la langue théâtrale, l'expression *jouer les manteaux* où *manteaux* s'emploie pour les personnages posés et graves qui portent manteaux.

REMARQUE. On retrouve notre métonymie dans plusieurs noms propres de personnes. Les contes populaires nous fournissent *Peau d'âne* et *Chaperon rouge*. Dans l'histoire médiévale nous rencontrons *Robert Courte-Heuse*, *Geoffroy Grise-Gonelle*. L'histoire moderne connaît *la redingote grise*.

6. Voici quelques exemples qui ont besoin d'une explication :

*Bas-bleu*, femme qui a des prétentions littéraires. L'expression est venue, dit-on, du salon littéraire de lady Montague qu'on avait appelé *bluestocking club* à cause d'un M. Stillingfleet qui en était l'oracle, et qui portait toujours des bas bleus.

*Biset*, grosse étoffe bise; puis garde national qui fait son service en biset, qui ne porte pas l'uniforme réglementaire. Ex.: Quand deux bisets sous les armes Ramènent à Charenton Cet orateur plein de charmes (Béranger, *Le juge de Charenton*).

*Blanc-manteau*, anciennement religieux de l'ordre des Guillemites.

*Carmagnole*, révolutionnaire qui affectait de porter la carmagnole, sorte de veste à basques étroites, à revers et collet renversés, avec plusieurs rangs de boutons. Le mot désigne aussi simplement un soldat des armées républicaines.

*Chaperon*, ancien capuchon habillant la tête et le cou, puis personne âgée qui accompagne une jeune dame pour lui servir de porte-respect. Sur le sens au XV<sup>e</sup> siècle voir § 5.

*Griset*, étoffe grise commune et jeune fille de petite condition, habillée de cette étoffe.

*Hoqueton* (I, § 20), casaque brodée que portaient les archers du grand prévôt et du chancelier, puis archer revêtu du hoqueton, bas officier de ville.

*Mascarille*, emprunté de l'esp. *mascarilla*, petit masque ou demi-masque, puis nom d'un valet de l'ancienne comédie qui, à l'origine, portait un tel masque.

*Mitron*, petit garçon boulanger ou pâtissier; il doit probablement son nom à sa coiffure qui a la forme d'une mitre.

*Petit collet*, sorte de rabat de linge, a désigné autrefois un homme d'église, un abbé.

REMARQUE. Dans quelques cas le mot prend un sens collectif. Ainsi *la livrée* peut s'employer pour les domestiques comme dans le passage suivant: La livrée allait et venait à pas silencieux autour de la table (Bourget, *Une idylle tragique*, p. 141). De la même manière on dit *la robe* pour la magistrature, les hommes de droit; *l'uniforme* pour les soldats; *la calotte* pour les prêtres; *le cotillon* pour les femmes, etc.

7. On désigne aussi l'homme par l'arme dont il se sert ou par l'armure dont il est revêtu. On lit dans un vieux texte: Maint *bacinet* et maint *heaume* Avec eulz ont (*Miracle de Notre Dame* XXXIV, 1418), ce qui veut dire qu'ils ont avec eux beaucoup de soldats munis de heaumes et de bassinets. On peut faire un emploi analogue de mots tels que *lance*, *glaive*, *épée*, *fusil*, *baïonnette*. A propos de ce dernier terme on se rappelle l'expression toute faite *les baïonnettes intelligentes*, formule souvent invoquée pour justifier les infractions à la discipline militaire. Un tel emploi métonymique peut être accompagné d'un changement de genre; notons *un cornette*, *un enseigne*, tirés de *une cornette*, *une enseigne* (III, § 709).

8. Les noms des instruments de musique s'emploient pour désigner celui qui joue de ces instruments: *basse*, *clairon*,

*clarinette, contre-basse, cor, flûte, harpe, tambour, violon.* L'emploi métonymique est accompagné d'un changement de genre dans *trompette*. Rappelons aussi qu' *instrument* se trouve employé au sens de musicien: Après soupper, les instrumens vindrent, et dancèrent et firent la meilleure chièrre qui leur fut possible (*Jehan de Paris*, p. p. A. de Montaignon, p. 27).

9. La désignation du tout par une de ses parties se rencontre aussi dans la dénomination des objets. Un tableau prend le nom de quelque objet représenté d'une manière saillante sur ce tableau; ainsi „le Fagot“, du peintre hollandais Berghem doit son nom au fagot qu'un homme porte au premier plan. Dans l'argot moderne une maison de tolérance s'appelle un *gros numéro* à cause du gros numéro transparent et illuminé suspendu sur le devant de ladite maison. Comme le même détail peut servir de marque distinctive à plusieurs objets, notre métonymie peut amener une certaine polysémie. Le mot *griffon* nous en offre un exemple: la figure de cet animal fabuleux a été appliquée sur des objets assez divers comme ornement ou marque de fabrique: c'est pourquoi *griffon* désignait autrefois une sorte de canon et désigne de nos jours une sorte de papier.

10. TOTUM PRO PARTE. Cette métonymie est relativement rare. On l'observe surtout dans les cas où le nom d'un être vivant devient aussi le nom de la marque particulière qui le distingue; comme il s'agit ici ordinairement d'hommes et de femmes, très rarement d'animaux, la marque distinctive est le plus souvent une pièce d'habillement ou une parure. Exemples:

*Aigrette*, diminutif d'*aigron*, est proprement un petit héron, puis un héron blanc; l'oiseau a donné son nom au faisceau de plumes droites qui ornent sa tête.

*Canotier* est devenu le nom d'un chapeau à bord plat. Ex: Elle revenait, charmante, avec sa courte jupe noire . . . sa

chemisette de mousseline blanche et son grand canotier blanc. (M. Tinayre, *La maison du péché*, p. 91).

*Châtelaine* désigne selon Littré une bande d'étoffe que les femmes portent autour du cou pour se préserver du froid, ou un bijou qu'une femme porte suspendu à sa ceinture par un crochet. Le mot s'emploie aussi elliptiquement pour *chaîne châtelaine*.

*Ferronnière*. Une maîtresse de François I<sup>er</sup> s'appelait *la belle Ferronnière*; Léonard de Vinci l'a peinte avec une chaîne ceignant la tête et rattachée sur le front par une pierre précieuse. D'après le portrait une telle parure a reçu le nom de *ferronnière*.

*Frileuse* désigne une pièce d'habillement pour une femme frileuse. Selon le Dictionnaire Général c'est une coiffure en laine pour l'hiver, mais il paraît aussi se dire pour un petit châle. Ex.: Elle jeta sur ses épaules une frileuse (A. Le Braz, *Le gardien du feu*, p. 105).

*Rhingrave* (all. *Rheingraf*), sorte d'ancien vêtement, haut-de-chausse fort ample, dont la mode est venue d'Allemagne au milieu du XVII<sup>e</sup> siècle.

11. Notre métonymie s'observe plus fréquemment avec des noms propres de personnes. Exemples: *amadis*, *andrienne*, *bolivar*, *boukinkan*, *crispin*, *fanchon*, *fontange*, *gilet*, *pantalon*, *pépin*, *riflard*, *robinson*, *roquelauré*. Plusieurs de ces mots sont devenus de purs noms communs, et tout souvenir de leur origine est perdu. Ce phénomène s'observe aussi avec *cravate* (dans quelques patois *croate*) qui s'est introduit en France dans la première moitié du XVII<sup>e</sup> siècle. Il n'est rien d'autre qu'une altération du nom ethnique *Croate*; les Croates, qui se répandirent en Europe au temps de la guerre de Trente Ans, portaient un col raide, une sorte de col-cravate.

12. Nous ferons observer en dernier lieu que plusieurs noms d'animaux servent aussi à désigner la peau des dits

animaux; mais ce procédé ne s'emploie qu' avec les animaux dont la peau a une valeur toute spéciale comme fourrure. Ainsi *hermine* et *loutre* désignent non seulement certains animaux mais aussi la peau de ces animaux: *une robe d'hermine*; *une casquette de loutre*.

## II. Le contenant et le contenu.

13. Le contenant et le contenu sont si étroitement liés qu'on ne peut guère les séparer. Le contenu suppose toujours un contenant, et le contenant ne répond pas à sa destination s'il se présente sans contenu. C'est pourquoi les deux choses se confondent tellement dans l'esprit que l'une d'elles se prend continuellement pour l'autre. Ainsi *bureau*, table à écrire, proprement la petite bure qui couvre cette table, arrive facilement à désigner la salle où elle se trouve; quand on est à son bureau, on est aussi, par nécessité dans son cabinet de travail. Le *bureau* dans ce dernier sens vient aussi naturellement à comprendre tous ceux qui y travaillent, les gens dont l'ensemble constitue les bureaux. Pour les mots de ce genre les deux sens se présentent simultanément à l'esprit; c'est le contexte qui doit décider si par *auditoire* ou *ministère* il faut entendre ou un local ou une réunion d'hommes.

14. CONTINENS PRO CONTENTO. Cette figure est d'un emploi assez fréquent. On se sert de toutes sortes de noms indiquant des endroits, des localités, des réservoirs, etc. pour désigner les êtres vivants ou les choses qui s'y trouvent.

1°. Êtres vivants. Quant on dit *un nid babillard*, *un parterre bienveillant*, on pense aux oiseaux qui sont dans le nid, au public qui se trouve au parterre. Cette métonymie s'emploie surtout avec les noms désignant des lieux de séjour destinés à contenir des hommes. En voici quelques exemples: La *ville* s'est révoltée; toute la *maison* était en émoi; tout le *théâtre* l'a applaudi; la *galerie* l'a sifflé; la *Sorbonne* les a

condamnés; la *Chambre* a voté la loi. Nous ajoutons quelques exemples de métonymie pareille, mais d'un caractère plus individuel: Des *petites rues*, paisibles d'ordinaire et couchées de bonne heure, s'éveillaient au roulement saccadé des omnibus (A. Daudet, *Numa Roumestan*, p. 143). Les *avant-scènes pailletées* ont jeté vers les secondes galeries des mandarines et des cigares (Colette Willy, *La vagabonde*, p. 75).

2°. Noms de choses. Quant on dit *aimer la bouteille*, *boire un verre*, on pense au vin contenu dans la bouteille, dans le verre. Dans le langage des fauconniers *gorge* désigne aussi la nourriture qui entre dans la gorge; comp. les locutions *donner gorge chaude* (de la chair encore palpitante), *rendre gorge* (vomir les aliments).

15. Nous allons examiner en détail quelques exemples qui demandent des éclaircissements historiques ou étymologiques:

*Brassin*, tiré de *brasser* (III, § 261), désigne proprement une cuve à brasser la bière; puis, par extension, ce que contient cette cuve.

*Caveau*, diminutif de *cave*, était au XVIII<sup>e</sup> siècle le nom d'une espèce de cabaret où se réunissaient les gens de lettres et les chansonniers connus par leur joyeuse humeur. Il s'employait aussi, comme terme collectif, pour ceux qui composaient cette société.

*Conclave*, emprunté au lat. *conclave*, chambre fermée à clef. 1° Lieu où s'enferment les cardinaux pour élire un pape. 2° L'assemblée des cardinaux réunis pour procéder à cette élection.

*Cour*, tiré du lat. *cohortem* devenu *curtem* dans la langue populaire. Il désigne d'abord un domaine rural, puis un domaine appartenant au roi, et de là résidence du souverain et de son entourage. Enfin, par extension, les personnes qui composent l'entourage du prince. *Cour* est le doublet de *cohorte*, dont le sens primitif est enclos, et, dans le langage

militaire, une division du camp, puis une division de la légion.

**16. CONTENTUM PRO CONTINENTI.** Il arrive aussi que le contenu se prenne pour le contenant, qu'un nom désignant une chose ou une réunion de personnes vienne à désigner le lieu occupé par cette chose ou ces personnes. Cette évolution, sans être rare, se présente pourtant moins souvent que la précédente.

1<sup>o</sup> Chose > localité. Ce passage s'observe avec *billard*, qui désigne non seulement la table sur laquelle se joue le jeu indiqué, mais aussi la salle où se trouve cette table. *Dépôt*, du lat. *depositum*, ce qui est déposé, est arrivé à désigner aussi le lieu où se trouve le dépôt. Le mot *trésor* présente le même développement. Il faut aussi rappeler ici *café*, d'abord infusion de café, puis lieu où se prend cette boisson. De la même manière, *cervoise* signifiait aussi dans la vieille langue le lieu où l'on buvait de la bière. (Voir Godefroy).

2<sup>o</sup> Corps de personnes > localité. Comme exemples de ce passage nous citerons *collège* et *ministère* qui sont venus à désigner le bâtiment occupé par les corps de personnes spéciaux désignés par *collegium* et *ministerium*.

**17.** Voici quelques autres exemples qui ont besoin d'éclaircissements :

*Banque*, emprunté de l'it. *banca*, signifie proprement un banc, spécialement le banc où s'asseyaient les changeurs, puis table, comptoir sur lequel on vendait quelque chose, et enfin la maison où se trouve la banque, où se fait le commerce.

*Brelan* (sur l'origine du mot, voir III, § 361) désigne une table de jeu ou un jeu de hasard qui se joue sur cette table, ensuite la maison où se trouve le brelan, une maison de jeu. Un développement analogue se constate pour le terme composé *tapis vert*.

REMARQUE. Dans quelques cas, le français ne présente que la dernière étape du développement. Ainsi *chapelle* désigne le lieu où l'on gardait *la chapelle* (dim. de *chape*) et les reliques d'un saint, et *couvent* est le bâtiment où se tient ou habite le *conventum*, l'assemblée des religieux. Mais le sens primitif de ces mots se trouve seulement en latin.

### III. La matière et la chose fabriquée.

18. Comme dans la plupart des cas la matière dont un objet est fait reste visible ou au moins reconnaissable, rien de plus naturel que de donner à cet objet le nom de la matière: les deux choses sont inséparables à la vue comme à l'esprit. Par *carton* on désigne une pâte de papier mise en grosses feuilles, puis une telle feuille coupée et arrangée pour un emploi quelconque: *les cartons d'un livre relié, les cartons d'un jeu de loto, battre le carton, les cartons d'un peintre*, etc.; enfin une boîte légère ou un étui de feuilles de carton: *un carton à chapeaux, un carton à robes, un carton à dessin, un carton pour papiers, les cartons d'un ministère*, etc. Beaucoup de noms de matière donnent lieu à des observations pareilles. *Castor* est en même temps le nom d'un animal et de la peau dont il est revêtu (comp. § 12), puis divers objets de poil de castor, surtout des chapeaux; un castor est arrivé à désigner dans le langage familier un chapeau quelconque. Le nom de la *loutre* a subi un développement pareil; il désignait autrefois un chapeau ou un manchon fait avec le poil ou la peau de la loutre, mais cette acception n'est plus guère en usage. Un *blaireau* se dit pour une brosse en poil de blaireau. *Verre* désigne toutes sortes d'objets faits de verre: *un verre de montre, un verre à lampe, un verre de lunette*, etc.; remarquez surtout *un verre à boire* ou tout simplement *un verre*.

19. Notre métonymie s'observe particulièrement avec les noms de métaux. En latin aurum se disait pour un objet d'or, aes pour un objet de cuivre, etc. En français on procède de la même manière dans le langage poétique comme dans le langage ordinaire. Dans son ode sur la prise de Namur Boileau dit :

Et par cent bouches horribles  
*L'airain* sur ces monts terribles  
 Vomit le fer et la mort.

Ici *l'airain* est dit pour marquer le canon qui en est fait. Voici quelques autres exemples :

*Cuivre.* Au pluriel ce mot se dit pour 1° les planches de cuivre sur lesquelles on a gravé, 2° les instruments en cuivre d'un orchestre. On dit dans l'argot de Paris *travailler dans le cuivre* pour jouer d'un instrument de musique en cuivre.

*Fer.* 1° Un certain métal. 2° Un instrument fait de ce métal : *Fer à friser, fer à repasser, fer de cheval, le fer d'une lance.* Dans le style poétique il se dit pour toute arme tranchante : *périr par le fer, un fer sacré, le fer des lois.* Au pluriel il se dit pour chaînes, menottes : *avoir les fers aux pieds et aux mains, jeter qn dans les fers,* ou pour forceps : *on l'a accouchée avec les fers* (rarement *le fer*). Par catachrèse on parle de *fers d'argent, fers d'or.* Ex. : Ses fers sont d'argent à onze deniers (Voltaire, *Zadig* 3).

20. Voici une série d'autres exemples de cette métonymie, accompagnés de quelques explications.

*Bonnet*, d'origine inconnue, désigne d'abord une sorte d'étoffe ; on disait au moyen âge *chapel de bonnet*, puis tout simplement *bonnet* (III, § 571), et le sens primitif s'oublie à tel point que le mot arrive à désigner une coiffure d'une étoffe quelconque. Le composé *bonnet de coton* exprime surtout une certaine forme de bonnet ; la nouvelle idée de matière contenue dans le déterminant *de coton* est tellement peu sensible, qu'on entend dire *bonnet de coton en soie*.

*Brodequin*, sorte de chaussure, désignait au moyen âge une espèce d'étoffe.

*Bureau* (dér. de *bure*) est d'abord une sorte de grosse étoffe, dont on faisait des draps et des habits; puis spécialement un tapis qui s'étendait sur un banc ou sur une table.

*Gourde*, du lat. cucurbita, est une sorte de doublet de courge; il désigne aussi primitivement ce fruit (voir La Fontaine, *Fables*, IX, 4), puis, par extension, une courge séchée et vidée où l'on met un liquide, et ensuite bouteille clissée, bidon d'une matière quelconque.

*Grisette* est d'abord une petite étoffe grise de peu de valeur: *un haut-de-chausses de grisette* (Scarron); puis, un vêtement fait de cette étoffe: *De jeunes fillettes ... dans leurs grisettes* (Dancourt). Sur un développement ultérieur de ce mot voir § 6.

*Hoqueton*, pour *auqueton* > *alqueton*, est le même mot que *coton* précédé de l'article arabe (I, § 20, 481). Conformément à l'étymologie, il désigne d'abord une étoffe de coton; au moyen âge la barbe blanche se comparait à l'*auqueton*. Puis, un vêtement fait de cette étoffe, une casaque brodée (comp. § 6).

*Madre*, sorti maintenant de l'usage, est d'origine germanique (vha. masar). Il désignait le cœur des différents bois employés pour faire des vases à boire, puis un vase fait de ce bois, et enfin tout vase sans égard à la matière dont il était fait.

**21.** Dans quelques cas l'étoffe qui a fourni son nom à la chose fabriquée avait primitivement le sens de la couleur dont l'étoffe était teinte. Exemples:

*Écarlate*; ce mot dont l'origine est inconnue, était au moyen âge le nom de plusieurs couleurs, surtout d'un rouge très vif; il s'emploie ensuite pour désigner une étoffe teinte en écarlate et une robe faite de cette étoffe. On dit ainsi

*un manteau d'écarlate*, et Boileau parle *d'endosser l'écarlate* (Sat. VIII, v. 168).

*Pourpre* (du lat. *purpura*), matière colorante d'un rouge foncé, puis étoffe teinte en pourpre, et enfin vêtement fait de cette étoffe, surtout vêtement royal ou impérial.

22. Notons enfin que le nom d'une plante ou d'un fruit sert parfois à désigner le suc qu'on en a tiré; on dit ainsi *de la groseille* pour du sirop de groseille; de la même manière s'expliquent *du jujube*, *du tilleul*, *du sureau*, *de l'acacia*.

#### IV. Le Producteur et le produit.

23. Le rapport qui existe entre le producteur et le produit est le plus souvent un rapport entre cause et effet. Le lien très étroit qui existe, dans la pensée et dans la réalité, entre la cause quelle qu'elle soit et l'effet produit, a pour résultat sémantique que le mot désignant une de ces deux étapes peut aussi désigner l'autre: la cause contient l'effet pour ainsi dire à l'état latent et l'effet présuppose toujours la cause. Cependant il faut bien remarquer que la métonymie qui prend la cause pour l'effet est bien plus fréquente que la métonymie contraire: il faut en effet moins d'effort pour passer de la cause à l'effet que pour remonter de l'effet à la cause. La cause est tantôt un être vivant, un homme, rarement un animal; tantôt un lieu, tantôt une chose; nous étudierons ces divers cas dans les paragraphes suivants. Notre métonymie amène le changement des noms propres en noms communs, des noms abstraits en des noms concrets et vice versa.

REMARQUE. Parfois on donne à la cause une épithète qui ne convient qu'à l'effet. On dit ainsi *les pâles maladies*, pour: les maladies qui rendent pâle, *les fièvres étiques* pour: les fièvres qui rendent étique ou amaigri; *la pâle mort*, *une*

*mortelle sentence*, etc. Ex.: Contre eux nous préparons de mortelles sentences (*Les Femmes Savantes*, v. 905). Ce phénomène est surtout propre au langage poétique et soutenu; en voici un bel exemple tiré d'une nouvelle d'Alfred de Musset: Quoique les vins d'Orient ne soient pas bavards (*Le Fils du Titien*, chap. VIII). *Les vins bavards*, ce sont les vins qui rendent bavards (comp. *avoir le vin gai*, *avoir le vin triste*). La poésie latine recourt souvent à cette „prolepsis adjectivi“, comme dans le vers suivant de Virgile: *Premit æquora placida pontus* (c. à d. *premit ita ut placida fiant, premitendo placida reddit*).

#### A. Producteur pour produit.

**24. NOMS DE PERSONNES.** Le nom d'une personne qui crée ou invente s'emploie souvent pour désigner l'œuvre créée; il s'agit ici de noms d'artistes, d'auteurs, de fabricants, d'inventeurs, etc. On dit non seulement *un beau Rembrandt*, *une collection de Callots*, *un Montaigne in-quarto*, mais aussi *un chassepot*, *un eustache*, *un gibus*, *du macadam*, etc. Par cette métonymie les noms propres de personnes deviennent facilement de purs noms communs.

REMARQUE. Les noms d'animaux paraissent se prêter difficilement à notre métonymie. Nous ne saurons citer que *vermeil* qui désigne la couleur rouge produite par le vermiculus; mais le mot n'a jamais en français désigné l'animal producteur, la cochenille.

**25. NOMS DE CHOSES.** Le passage de la cause instrumentale à l'effet produit s'observe dans les cas suivants:

1° Le nom d'une partie du corps vient à désigner ce qu'a produit cette partie du corps. Quand on dit *il a une belle main*, *main* s'emploie au sens d'écriture. *Langue* désigne l'organe principale de la parole, puis le parler; ce dernier sens existait déjà en latin.

2° Le nom d'une machine devient le nom de ce que produit cette machine. *Presse* désigne non seulement une machine à imprimer, mais aussi des articles d'imprimerie. On dit *la presse* pour les journaux.

3° Le nom d'un outil passe à la chose produite à l'aide de cet outil. On appelle *crayon* et *fusain* un dessin fait au crayon, au fusain; ajoutons *eau-forte* qui désigne aussi une estampe tirée sur une planche préparée à l'eau-forte. Un autre exemple est offert par *fouet* au sens de coups de fouet.

4° Le nom d'un instrument de musique passe au son produit. *Sifflet* est proprement un petit instrument avec lequel on siffle, puis le coup de sifflet. *Timbre* (lat. *tympanum*) est une sorte de cloche en métal, frappée par un marteau, puis le son que rend cette cloche.

**26. NOMS DE LIEU.** L'emploi métonymique d'un nom de lieu s'observe dans la dénomination de beaucoup de produits naturels et de produits industriels; ainsi les différentes sortes de marbre et de bois, les fruits, les vins, les liqueurs, les étoffes, les pièces d'habillement reçoivent le nom de la localité dont ils sont originaires. On dit *du carrare*, *une calville*, *du bordeaux*, *du camembert*, *de l'elbeuf*, *du moka*, *un terre-neuve*, etc. Cet emploi des noms propres de lieu détermine leur changement en noms communs.

**27.** Rappelons aussi l'emploi métonymique de quelques noms communs de lieu qui arrivent à désigner surtout ce qui se passe sur ledit lieu. Exemples:

*Brelan* (voir § 17), anciennement table de jeu, puis le jeu qui se jouait sur le brelan, sorte de jeu de hasard.

*Harangue*, d'origine germanique (voir I, § 482, 3). Le sens primitif de ce mot est cercle, assemblée, surtout assemblée publique où se fait un discours solennel, et ce sens se retrouve encore dans l'it. *arringo*; en français il ne signifie plus que

discours solennel. L'origine du mot *panégyrique* nous montre un développement pareil.

*Prône*, autrefois *prosne*, dont l'origine est inconnue (voir *Romania* XXI, 122), désignait au moyen âge un grillage et particulièrement un endroit ceint d'une balustrade d'où le curé adressait au peuple des instructions, et ce sens vit encore dans plusieurs patois modernes. Dans la langue littéraire de nos jours *prône* désigne exclusivement l'instruction du prêtre.

#### B. Produit pour producteur.

28. La métonymie qui prend l'effet pour la cause, qui désigne le producteur par le nom du produit est relativement rare. Rappelons un mot de la fameuse empoisonneuse la marquise de Brinvilliers; un jour qu'elle monta dans sa chambre une cassette à la main, elle rencontra une de ses servantes à qui elle dit „qu'elle avait de quoi se venger de ses ennemis, et qu'il y avait dans cette boîte bien des *successions*“ (Funck-Brentano, *Le drame des poisons*, Paris, 1906, p. 20). Ici M<sup>me</sup> de Brinvilliers dit *succession* pour poison; elle pense au but qu'elle poursuit, entrevoit le succès de ses actions criminelles et donne à l'effet le nom de ce qui en résultera. Cet emploi du mot est très expressif et pittoresque; il faut ajouter qu'il est tout à fait individuel et qu'il n'a pas vécu. Passons à quelques mots dont l'emploi métonymique est devenu usuel. Soit le mot *lustre* (emprunté de l'it. *lustrò*, postverbal de *lustrare*), qui dans le langage ordinaire désigne un appareil qui produit du lustre, un luminaire suspendu. Rappelons aussi *odeurs* et *parfums* qui se prennent souvent au sens de composition qui produit ou exhale une odeur aromatique. Dans quelques cas on remonte du produit à un mot abstrait désignant l'action productrice; ainsi *bouillon*, dont le sens primitif est bulle qui se forme dans un liquide qui bout, est parvenu à désigner aussi l'ébullition qui produit la bulle. Parfois le sens dérivé tue le sens primitif comme c'est le cas

pour *araignée* qui désigne primitivement la toile produite par *l'araigne* (comp. I, § 229, Rem.); ce sens se trouve encore dans La Fontaine (voir III, § 200, 6). Depuis le XV<sup>e</sup> siècle on entend aussi par *araignée* l'animal producteur; ce sens a seul survécu, et *araigne* a disparu.

REMARQUE. Nous avons vu que les produits naturels d'une contrée se désignent souvent par le nom du lieu de production (§ 26); le phénomène contraire est peu commun, et le produit paraît très rarement donner son nom au lieu où il se produit. Un exemple curieux nous est fourni par le nom portugais *Madeira*, tiré de *madeira* (lat. *materia*, pour *materies*), bois de construction; comme l'île fournissait beaucoup de *madeira*, elle en reçut le nom.

**29. SONS PRODUITS.** Les sons que produisent les hommes, les animaux, les machines, les instruments de musique s'emploient souvent pour désigner ceux ou celles qui les produisent.

Pour les noms de personne, nous avons un bel exemple d'une dénomination onomatopéique dans *Han d'Islande*, héros du roman du même nom de Victor Hugo, qui doit son nom aux rugissements qu'il pousse. Beaucoup d'oiseaux et quelques autres animaux doivent également leurs noms au son qu'ils produisent: *bribri*, *coucou*, *chouan*, *chouette*, *coq*, *cowlis*, *turlut*, *froufrou*, *ouistiti*. Enfin pour les noms d'objets rappelons *teuf-teuf*, *cri-cri*, *crin-crin*, *you-you*.

REMARQUE. Non seulement le cri que pousse un animal peut lui servir de dénomination, mais aussi le cri par lequel on l'appelle. On trouve dans Rabelais (II, chap. 30) le mot *grobis* au sens de gros chat; la dernière partie du mot est le cri d'appel qu'on note maintenant *pss pss*.

**30.** Il faut ajouter que pour désigner des personnes on ne se contente pas d'onomatopées, on recourt aussi et très souvent aux jurons, aux phrases toujours répétées, aux cris

de surprise, aux fautes de prononciation, etc.; on en fait des sobriquets, des surnoms. C'est un phénomène bien naturel dont la vie populaire de tous les jours offre constamment des exemples.

31. Phrases habituelles. A. Jeanroy observe dans la Romania (XXXI, 303) „Je connais comme noms ou sobriquets: *Dequé, Bienbien, Didon.*“ Dans l'argot de Paris *Vous n'avez rien* est devenu le sobriquet des douaniers à cause de leur demande toujours répétée: „Vous n'avez rien à déclarer?“ De même dans plusieurs magasins le gérant, à cause de ses refus continuels, est appelé *Il n'y en a pas.*

REMARQUE. Dans quelques cas l'exclamation devient le nom de la chose qui l'a provoquée; il s'agit ici surtout d'exclamations d'effroi ayant pour but d'éloigner un péril. En Allemagne *Gottsebeiuns* est devenu le nom du diable et *Miserere* désigne l'entortillement intestinal.

32. Serments et jurons. Les Berrichons se désignent souvent par le juron qui leur est familier. Ainsi ils diront: „*Diable me brûle*“ est bien malade. „*Nom d'un rat*“ est à la foire. La femme à „*Diable m'estrangouille*“ est morte. Le garçon à „*Bon You*“ se marie avec la fille à „*Dieu me confonde*“ (voir *Mélusine*, IV, 380). Dans la littérature facétieuse de notre temps, le colonel *Scrongnieugnieu* (sacré nom de Dieu) est devenu un guerrier célèbre. Si nous remontons à la Renaissance, nous voyons que Roger de Collerye désigne Louis XI, Charles VIII, Louis XII et François I<sup>er</sup> par leurs serments favoris. Il dit dans „l'Epitheton des quatre Roys“:

Quand la *Pasque-Dieu* décéda,  
 Le *Bon Jour Dieu* luy succéda;  
 Au *Bon Jour Dieu* deffunct et mort,  
 Succéda le *Dyable m'emport.*  
 Luy décédé, nous voyons comme  
 Nous duist la *Foy de Gentilhomme.*

REMARQUE. Quelque noms de famille paraissent tirer leur origine de sobriquets formés à l'aide d'une exclamation ou d'un juron. Ainsi le nom propre *Boïeldieu* a dû être appliqué, primitivement par plaisanterie, à un homme qui jurait par les boyaux de Dieu. Il faut probablement expliquer de la même manière les noms médiévaux *Rogier Foie-Dieu*, *Jehan Biau-sire-Dier*, *Raoul Par-Reson*, *Guillaume Par-Amor* (comp. Schultz-Gorra dans *Zeitschrift für französische Sprache und Litteratur*, XXV, 127—130). Rappelons aussi *Siffait*, nom de famille employé actuellement en Normandie, et qui a dû désigner d'abord un homme qui affirmait toujours par *si fait*.

33. Prononciation vicieuse. Dans un drame de Henri Bataille intitulé „Le Masque“ un des personnages s'appelle *bouyou*, et comme on lui demande pourquoi elle s'appelle ainsi, elle répond: „Parce que je dis comme ça *bouyou* au lieu de *bonjour* . . . Ça m'est resté“ (I, sc. 5).

Dans l'argot de l'X un professeur de géométrie descriptive portait le surnom de *Beuveau*. Ce mot tire son origine de la prononciation défectueuse dudit professeur: il disait *beuveau* pour *biveau* quand il voulait parler de l'équerre dont se servent les tailleurs de pierre.

34. Ce ne sont pas seulement des personnes isolées qui doivent leurs noms à quelque expression favorite. Des nations entières et des pays ont subi le même sort. Rappelons d'abord une boutade amusante de Beaumarchais qui montre à quel point le juron *Goddam* autrefois semble avoir dominé la langue anglaise: Diable! C'est une belle langue que l'anglais. Il en faut peu pour aller loin; avec *Goddam* en Angleterre on ne manque de rien. . . . Les Anglais en vérité ajoutent par-ci, par-là quelques autres mots en conversant; mais il est bien aisé de voir que *goddam* est le fond de la langue (*Le Mariage de Figaro* III, sc. 5). Si telle est l'impression que produit la langue anglaise sur un étranger qui l'entend parler sans la com-

prendre, rien d'étonnant que ce même étranger finisse par employer le mot *goddam* pour désigner un Anglais, et c'est ce qui est arrivé en effet. Dans l'argot de Paris, un Anglais s'est longtemps appelé un *goddam* ou un *goddem*; on a dit aussi un *godon* et cette forme est d'ancienne date, on la trouve déjà au XV<sup>e</sup> siècle et elle était en usage en Normandie encore au siècle passé. Les *godons* d'autrefois n'étaient pas très aimés des Français, comme il résulte du dérivé *godonnaïlle* qui désignait une réunion de goujats. Les Espagnols ont également créé un *godan*. De leur côté les Français ont été l'objet de pareilles dénominations. Leur ancien séjour à Naples a laissé une trace curieuse dans le parler napolitain. Le peuple ayant remarqué que les Français avaient toujours à la bouche l'affirmation *oui-oui*, en fit un sobriquet et les appela les *oui-oui* altéré en les *gui-gui* (voir le Vocabulaire napolitain de Galiani). Les Espagnols ont été frappés d'une autre expression favorite des Français *dis donc* ou *dites donc*, et, au temps de Napoléon elle a donné naissance au sobriquet *los didones*. C'est la même exclamation qu'on retrouve dans la „lingua franca“ sous la forme de *dido* et au sens d'étranger (voir Schuchardt dans *Zeitschrift für romanische Philologie*, XXXIII, 458).

REMARQUE. Nous lisons dans „les Voyages“ de François Leguat (1721) les observations suivantes: Ils tirent aussi beaucoup de services des habitans naturels de cette Province-là, que les *Hollandois* ont appelez *Hottentots*, à cause qu'on leur entend souvent prononcer ce mot-là. Par une semblable raison les *Espagnols* donnèrent le nom de *Perou* à cette partie du nouveau Monde, qu'ils envahirent. Et il y a beaucoup d'apparence que ce fut de la même manière que le pain celeste que Dieu donna autrefois à son Peuple fut appelé *Man*, ou *Manne* (Exod. XVI, 17) soit dit en passant.

35. Un phénomène analogue à ceux que nous venons d'étudier, est représenté par *symphonie* qui a servi à désigner

non seulement les personnes mais aussi les instruments qui produisent une symphonie. On lit dans „Turcaret“ de Lesage: J'ai ordre de commander cent bouteilles de Surène pour abreuver la symphonie (II, sc. 6). Ici *symphonie* est synonyme de corps de musiciens, mais dans d'autres textes du même siècle il désigne les instruments de musique qui accompagnent les voix ou les instruments à cordes dans un orchestre par opposition aux instruments à vent. L'emploi métonymique existait déjà en latin vulgaire où *symphonia* désignait un instrument de musique particulier, et ce sens est resté attaché aux formes romanes suivantes: it. *zampogna*, rum. *cimpoiă*, esp. *zampoña*, port. *sanfona*, vfr. *chifonie*. Ajoutons que *musique* se dit quelquefois de l'instrument avec lequel on exécute de la musique, et un *piano-forte* est un instrument qui permet de faire le piano et les forte.

**36.** La métonymie étudiée apparaît sporadiquement dans le langage poétique. On trouve ainsi dans plusieurs littératures *pain* employé au sens de blé. En voici un exemple français;

Et encore aujourd'hui, sous la loi de la guerre  
 Les tygres vont bruslans les thresors de la terre,  
 Nostre commune mere; et le degast du *pain*  
 Au secours des lions ligue la pasle faim.

(A. d'Aubigné, *Les Miseres*, v. 437—440.)

En allemand on a pu dire *pointe de vin* pour du raisin. On lit dans le „Schatzkästlein“ de Hebel: „*Schon mancher Rausch ist seitdem auf den Bergen gewachsen*“. Ovide dit que le mont Pélion n'a pas d'ombres (*Nec habet Pelion umbras*). L'ombre qui est l'effet des arbres est prise ici pour les arbres mêmes.

REMARQUE. Un cas analogue intéressant se trouve dans un vers de Dante: E il feruto ristringse insieme l'orme (*Inferno*, XXV, 105), où *l'orme* s'est dit pour *i piedi*. On trouve de même dans les poètes latins *vestigia* pour *pedes*.

## V. Antécédent et conséquent.

37. Deux actions qui se suivent immédiatement peuvent s'exprimer par un seul mot; il s'agit ici des cas où les deux actions se succèdent d'une manière tellement régulière que l'une d'elles suppose toujours l'autre et qu'elles se présentent nécessairement à l'esprit en même temps ou à peu près. On peut donc exprimer ce qui suit par ce qui précède, le conséquent par l'antécédent. Le procédé inverse paraît assez rare. Cette métonymie est appelée métalepse.

Un exemple instructif nous est fourni par le verbe *secourir* qui remonte au lat. *succurrere*, lequel voulait dire d'abord simplement accourir, puis accourir pour aider, et ensuite aider. Du Marsais observe: „Le partage des biens se faisait souvent en tirant au sort, ainsi le sort précède le partage; de là vient que sors en latin se prend souvent pour le partage même ou pour la portion qui est échue en partage, c'est le nom de l'antécédent qui est donné au conséquent“. Le phénomène inverse est représenté par le grec *φόβος*, effroi, dont le sens primitif est fuite; l'allemand *erschrecken* signifiait originellement sursauter.

REMARQUE. On passe plus facilement de l'antécédent au conséquent que du conséquent à l'antécédent. La reproduction en avant paraît toujours la plus naturelle; c'est pourquoi le nom de la cause et du producteur arrivent aussi à désigner l'effet et le produit, tandis que l'évolution inverse est bien plus rare. Rappelons que les expériences faites sur la mémoire ont montré qu'une syllabe tend plutôt à évoquer la syllabe suivante que la précédente (comp. H. Höffding, *Esquisse d'une psychologie*, Paris 1903, p. 201).

38. Voici quelques exemples français montrant comment on exprime ce qui suit par un mot qui ne désigne primitivement que ce qui précède:

*Accoucher.* Conformément à l'étymologie ce mot s'employait au moyen âge indistinctement de l'homme et de la femme, et il avait le sens général de s'aliter. Ex.: Li roys Bauduins d'un grief mal s'accoucha (*Bastart de Bouillon* v. 62, 99). Il prit bientôt un sens plus spécial et s'employa surtout d'une femme qui s'alite pour enfanter. Puis le préliminaire a été pris pour l'acte même et le verbe a eu la signification d'enfanter.

*Collation* était, dans les anciens monastères, le nom de la conférence du soir; après cette conférence on prenait ordinairement quelque nourriture, et *collation* arrivait de cette manière à comprendre le sermon et le repas léger suivant. Ce dernier élément a fini par l'emporter et le mot désigne maintenant tout repas léger de jour ou de nuit.

*Embrasser*, autrefois *embracier* (lat. *imbracchiare*). Conformément à l'étymologie, ce mot signifiait au moyen âge entourer de ses bras, saisir ou serrer dans ses bras; il s'employait indistinctement d'intentions amicales ou d'intentions hostiles (voir Ambroise, *L'estoire de la guerre sainte*; au glossaire). Cependant le premier emploi était le plus général, et, comme une étreinte amicale est souvent accompagnée d'un baiser, embrasser prit le sens de prendre quelqu'un dans ses bras et le baiser, et de nos jours il n'a que le sens de donner un baiser.

## CONTRIBUTION A LA GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE DE LA COURBE RÉELLE

PAR

J. HJELMSLEV

### Introduction.

**A** l'heure actuelle la géométrie infinitésimale de la courbe réelle se base essentiellement sur deux ordres de recherches différents: l'un relatif à la théorie des ensembles; l'autre ayant trait à la théorie de la fonction continue réelle. Grâce au premier, on est arrivé à exprimer d'une manière précise la notion de courbe et les relations entre ce concept et les autres ensembles de points. La seconde catégorie de recherches qui a pour objet la théorie de la fonction continue réelle, nous permet d'examiner immédiatement les arcs coupés, en un point au plus, par toute droite d'un sens fixe déterminé. Cependant, tout importants qu'ils soient, les fondements fournis par ces deux catégories de recherches ne suffisent pas comme base de la théorie des courbes. Considérons par exemple les courbes planes ayant en chacun de leurs points une tangente déterminée et dont les deux demi-tangentes sont de sens contraires: il est clair qu'ici la théorie de la fonction réelle différentiable n'apporte à la géométrie des courbes en question que des contributions d'un ordre très spécial.

Supposons que dans une courbe plane le point courant  $(x, y)$  soit défini par les égalités  $x = \varphi(t)$ ,  $y = \psi(t)$ ,  $\varphi$  et  $\psi$

étant des fonctions réelles, continues et uniformes d'une variable réelle  $t$ , de sorte que tout point de la courbe soit individualisé par la valeur de  $t$ , et que les points voisins du point considéré de la courbe se trouvent déterminés par l'intervalle infiniment petit qui comprend  $t$  à son intérieur; on pourra exprimer le fait que la courbe a, en  $t$ , une tangente déterminée, en disant que l'expression

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\psi(t+h) - \psi(t)}{\varphi(t+h) - \varphi(t)}$$

représente une quantité bien déterminée pour chacune des valeurs considérées de  $t$ .

Mais, d'abord, cela ne veut pas dire nécessairement que  $\varphi$  et  $\psi$  soient différentiables et, en outre, la difficulté qu'on éprouve à établir un rapport direct entre la théorie de la fonction différentiable et celle de la courbe considérée n'est pas seulement d'ordre formel. Il est vrai que dans les cas où  $\varphi$  (ou  $\psi$ ) est une fonction toujours croissante (ou toujours décroissante) on peut, en introduisant  $\varphi$  (ou  $\psi$ ) comme une nouvelle variable indépendante, réduire le problème de l'existence de la valeur limite considérée à celle de l'existence d'une dérivée. Mais une telle transformation de variable n'aurait pas de sens,  $\varphi$  ni  $\psi$  ne satisfaisant à la condition indiquée (pas même par intervalles). Et cela suffit pour nous montrer que la théorie de l'arc ordinaire à tangente déterminée représente déjà une généralisation considérable de la théorie de la fonction différentiable. Aussi, quels que soient les parallélismes qu'on arrive à constater entre les propositions fondamentales sur l'arc et celles qui ont trait à la fonction, on devra pourtant se rappeler que le premier groupe de théorèmes représentent tous des extensions des théorèmes relatifs à la fonction.

Quant à l'origine des propositions fondamentales sur la fonction réelle, elles semblent bien être dues à l'immédiate intuition géométrique. C'est en cherchant à formuler analy-

tiquement des données obtenues par voie intuitive qu'on s'est procuré les moyens exacts de la démonstration, et une fois que la proposition eut pris la forme d'un théorème sur la fonction réelle on a fini par supprimer toute allusion à l'intuition géométrique, et cela tant dans la formulation que dans la démonstration.

On n'essaya pas de formuler exactement le contenu même de l'intuition géométrique. Aussi bien une telle tentative aurait-elle présenté des difficultés considérables. Elle n'a été rendue possible que par les recherches plus récentes sur la théorie des ensembles et les fondements ultérieurs des mathématiques. Et si maintenant nous tâchons de rendre aux théorèmes et à leurs démonstrations une forme géométrique nous ne ramenons pas seulement ainsi les problèmes à leur origine première, nous en élargissons en même temps considérablement la portée.

La présente note traite essentiellement des arcs plans ayant en chacun de leurs points une tangente déterminée et dont les demi-tangentes sont opposées; ces arcs sont appelés arcs ordinaires.

Au § 1 nous définissons un auxiliaire important pour ces recherches, à savoir: le *domaine convexe* (et le *diagramme*) d'un ensemble de points.

Au § 2 on trouvera énoncées certaines propositions géométriques concernant les courbes rectifiables, propositions qui se déduisent directement de théorèmes analytiques bien connus.

Le § 3 contient la définition de l'arc ordinaire et des différentes espèces de points situés sur l'arc.

Suivent, au § 4, les extensions géométriques du théorème sur la valeur moyenne.

Après ces préliminaires nous abordons le sujet principal de cette étude: les propriétés générales de l'arc ordinaire. Voici, en résumé, les plus importants résultats de notre recherche:

L'arc ordinaire le plus général qui n'a pas de segments, peut être construit par la composition d'un ensemble dénombrable de deux espèces d'éléments essentiellement différents: l'arc convexe et l'arc nulle part convexe. Le premier est bien connu; le dernier a ceci de caractéristique de contenir un ensemble partout dense de *points d'inflexion* (points où la tangente partage le voisinage du point en deux parties séparées) et un ensemble partout dense de *points d'ondulation* (points où la tangente a une infinité de points en commun avec le voisinage du point).

Tout arc ordinaire, exempt de segments, contient un ensemble partout dense de *points convexes* (points où la tangente n'a que le point lui-même en commun avec le voisinage du point et ne partage pas ce voisinage en parties séparées).

Tout arc ayant en chacun de ses points une tangente déterminée; ne présentant pas de segments; et possédant un nombre fini de singularités simples (points doubles, points de rebroussement, points d'inflexion, points anguleux), se compose nécessairement d'un nombre fini d'arcs convexes; par conséquent il aura généralement des tangentes variant d'une façon continue et des cercles osculateurs déterminés.

Tout arc ordinaire n'ayant une infinité de points en commun avec aucune droite, doit se composer d'un ensemble fini ou dénombrable d'arcs convexes et des points limite de ceux-ci.

Au § 9 on trouvera énoncés des théorèmes relatifs aux *sécantes limites* des courbes de Jordan (en entendant par la sécante limite, en  $P$ , d'une telle courbe: toute position limite d'une droite joignant deux points de la courbe convergeant vers  $P$  de côtés opposés). A l'aide de ces recherches nous arrivons, au § 10, à rendre compte des propriétés essentielles des courbes qui n'ont chacune qu'un nombre fini de sécantes limites passant par les points du plan. Nous établissons que les courbes en question sont ordinaires; qu'elles coupent les

droites qu'elles rencontrent en un nombre fini de points; qu'elles se composent d'un ensemble dénombrable d'arcs convexes; que chacune de leurs tangentes est coupée, au point de contact, par la tangente consécutive.

Une remarque finale attire l'attention sur les applications à faire du principe de dualité. En effet, ce principe est ici d'un intérêt tout particulier, la catégorie de courbes considérée n'étant pas autodualistique d'une façon générale.

En dehors de l'intérêt que peuvent offrir en soi les résultats de la présente étude, je ferai remarquer qu'ils serviront de base à des recherches ultérieures sur les courbes dans l'espace à trois ou plusieurs dimensions.

### § 1. Le domaine convexe d'un ensemble de points.

Un auxiliaire qui joue un rôle important dans beaucoup de recherches récentes est le domaine convexe, c'est-à-dire un domaine tel que le segment qui joint deux quelconques des points de ce domaine, y soit contenu tout entier. Pour ce qui est de la théorie générale du domaine convexe et des problèmes qui s'y rattachent, nous nous contenterons de renvoyer le lecteur aux recherches déjà publiées par MM. BRUNN<sup>1</sup>, MINKOWSKI<sup>2</sup>, JENSEN<sup>3</sup> et par l'auteur du présent mémoire<sup>4</sup>; dans ce qui suit nous allons nous occuper plus particulièrement de ce que nous appellerons le domaine convexe  $\mathcal{Q}_{\mathfrak{M}}$  appartenant à un ensemble de points arbitraire  $\mathfrak{M}$ , ou bien, pour abrégé, *le domaine convexe de l'ensemble*.

D'un ensemble de points donné  $\mathfrak{M}$ , nous pouvons déduire un autre en joignant, deux à deux, par des segments, tous

<sup>1</sup> BRUNN, Ueber Ovale und Eiflächen, Diss. Munich 1887; Ueber Curven ohne Wendepunkte, Habilitationsschrift. Munich 1889; Referat über eine Arbeit, Sitzungsber. d. bayer. Akad. 1894, XXIV, p. 93—111.

<sup>2</sup> MINKOWSKI, Geometrie d. Zahlen. Leipzig 1896, 1910.

<sup>3</sup> JENSEN, Om konvekse Funktioner og Uligheder mellem Middelværdier, Nyt Tidsskr. f. Mat. 1905, p. 9 et Acta mathematica XXX, p. 175.

<sup>4</sup> HJELMSLEV, Om konvekse Omraader, Nyt Tidsskr. f. Mat. 1905, p. 81.

les points de l'ensemble de toutes les manières possibles. Les points contenus dans ces segments constituent un ensemble  $\mathfrak{M}_1$  où l'ensemble  $\mathfrak{M}$  se trouve compris et que nous appellerons l'extention linéaire de  $\mathfrak{M}$ . Ensuite nous pouvons former de  $\mathfrak{M}_1$  une extension linéaire  $\mathfrak{M}_2$  et ainsi de suite. Les points contenus dans toutes ces extensions linéaires successives formeront (en ne tenant compte de chacun des points qu'une seule fois) un domaine convexe, chacun des segments qui joignent deux de ces points faisant partie du domaine. Et le domaine ainsi constitué  $\mathcal{Q}_{\mathfrak{M}}$  est celui que nous appellerons le domaine convexe de l'ensemble considéré.

Dans cette note, nous n'envisagerons que des ensembles  $\mathfrak{M}$  fermés;  $\mathcal{Q}_{\mathfrak{M}}$  sera donc également fermé et par conséquent il comprendra sa propre frontière.

Dans le cas d'un ensemble de points  $\mathfrak{M}$  contenu dans un espace d'un nombre fini de dimensions, le nombre des extensions successives nécessaires pour arriver à  $\mathcal{Q}_{\mathfrak{M}}$  sera toujours fini. Notons toutefois que ce nombre des extensions requises ne dépend pas seulement de celui des dimensions de l'espace: il constitue l'une des caractéristiques essentielles de l'ensemble.

Un ensemble situé dans le plan ou dans l'espace à trois dimensions et comprenant un nombre fini de points (qui ne soient pas tous en ligne droite), se transforme, moyennant deux extensions linéaires, en son domaine convexe; et la même chose peut s'énoncer pour tout ensemble de points  $\mathfrak{M}$  du plan ou de l'espace, chaque point de  $\mathcal{Q}_{\mathfrak{M}}$  pouvant être considéré comme construit à l'aide d'un nombre fini d'extensions linéaires d'un nombre fini de points compris dans  $\mathfrak{M}$ .

Cependant, l'ensemble de points peut être composé de telle sorte qu'il suffit d'une seule extension pour obtenir le domaine convexe de l'ensemble (même si l'ensemble en question ne contient pas de segment). Dans le cas d'un ensemble de points plan, nous pouvons par exemple énoncer le théorème suivant:

*Théorème 1. — Tout ensemble de points parfait et d'un seul tenant qui se trouve contenu dans le plan, se transforme en un domaine convexe moyennant une seule extension linéaire.*

Démonstration. — Tout point  $P$  situé dans le domaine convexe de l'ensemble et qui n'appartient pas à l'ensemble donné, peut s'obtenir comme point intérieur à un triangle  $ABC$  dont les sommets font partie de l'ensemble en question, ou bien comme point situé sur le périmètre d'un tel triangle. En effet, d'après ce qui a été dit plus haut,  $P$  peut en tout cas s'obtenir à l'aide de deux extensions d'un nombre fini des points de l'ensemble, en d'autres termes:  $P$  doit être situé dans un polygone convexe dont les sommets fassent partie de l'ensemble; par conséquent il sera intérieur à un triangle satisfaisant à la même condition. Il s'agit maintenant de prouver qu'au cas où il n'est pas sur le périmètre du triangle,  $P$  fait nécessairement partie d'un segment joignant deux des points de l'ensemble. Qu'il en soit ainsi, nous le pouvons conclure de ce fait que toutes les demi-droites qui projettent de  $P$  l'ensemble parfait et d'un seul tenant que nous nous sommes donné, forment de leur côté un ensemble parfait et d'un seul tenant de demi-droites, et ce dernier ensemble comprenant les trois demi-droites  $PA$ ,  $PB$  et  $PC$  qui ne sont contenues dans aucun angle convexe, doit remplir un angle non convexe (et spécialement le plan tout entier), donc il comprendra toujours deux demi-droites opposées l'une à l'autre. Or ces deux demi-droites contiendront chacune un point au moins de l'ensemble donné, de sorte que  $P$  se trouvera situé dans un segment, au moins, qui joint deux points de l'ensemble.

Pour construire le domaine convexe  $\mathcal{Q}_{\mathfrak{M}}$  d'un ensemble de points  $\mathfrak{M}$  plan arbitraire, le procédé le plus simple consistera en règle générale à déterminer la frontière du domaine, par quoi le domaine lui-même se trouvera immédiatement déterminé. Tout point de  $\mathcal{Q}_{\mathfrak{M}}$  (que ce point soit situé à l'intérieur

du domaine ou sur sa frontière) appartiendra soit à l'intérieur soit au périmètre d'un triangle  $ABC$  dont les sommets font partie de  $\mathfrak{M}$ . Pour que  $P$  puisse être situé sur la frontière de  $\mathcal{Q}_{\mathfrak{M}}$  il faut donc qu'il se trouve sur le périmètre du triangle c'est-à-dire sur l'un des segments  $BC$ ,  $CA$  ou  $AB$ . Par conséquent, il fera partie de la première extension de l'ensemble. Donc :

*Théorème 2. — Dans tout ensemble de points plan la frontière du domaine convexe fait nécessairement partie de la première extension linéaire de l'ensemble.*

Le domaine convexe appartenant à un ensemble de points plan quelconque sera donc limité, soit exclusivement par des points compris dans l'ensemble et situés chacun sur une droite, au moins, limitant un demi-plan où se trouve contenu l'ensemble, — soit partie par des points de cette catégorie et partie par des segments qui les joignent deux à deux. Dans le dernier cas, la droite qui contient un tel segment limitera un demi-plan contenant tout l'ensemble de points. Le domaine convexe peut être désigné comme le domaine commun de tels demi-plans qui contiennent l'ensemble tout entier et dont les droites limite contiennent chacune un point, au moins, de l'ensemble.

Dans le cas d'un ensemble de points à trois dimensions la frontière du domaine convexe sera constituée de manière analogue; ici la frontière comprendra : 1° tout point de l'ensemble, par lequel passe un plan au moins limitant un demi-espace contenant l'ensemble; 2° tout segment joignant deux points de l'ensemble situés dans un plan au moins de la catégorie ci-dessus indiquée; et 3° tout domaine convexe plan qui puisse résulter de l'extension des points de l'ensemble situés dans un plan limite d'un des demi-espaces ci-dessus indiqués. Il est facile, en généralisant cette construction, de la rendre applicable aux espaces de plusieurs dimensions.

De même qu'à un ensemble de points donné  $\mathfrak{M}$  correspond

un domaine convexe déterminé  $\Omega_{\mathfrak{M}}$ , de même on peut, en partant d'un domaine convexe donné, trouver un ensemble de points susceptible de donner après extensions linéaires le domaine considéré. Il va sans dire que ce problème a une infinité de solutions. Cependant, en exigeant que l'ensemble de points demandé ne contienne pas de sous-ensemble ayant le même domaine convexe que l'ensemble, on obtient un ensemble de points déterminé qui s'appelle le diagramme du domaine considéré.

Le diagramme est formé de points tels que tout en étant points frontière du domaine ils ne sont pas points intérieurs des segments qui font partie de la frontière. Le diagramme d'un polygone convexe est l'ensemble de tous ses sommets. Le diagramme d'un secteur de cercle convexe se compose du centre et de la partie interceptée de la circonférence du cercle. Le diagramme d'un tronc de cône convexe est constitué par les circonférences des deux surfaces limite, ces deux circonférences étant supposées ne pas contenir de segment.

Dans le cas d'un domaine convexe dont la frontière ne contient pas de segment, le diagramme se confond avec la frontière.

Pour abrégé, nous appellerons le diagramme du domaine convexe  $\Omega_{\mathfrak{M}}$  d'un ensemble donné  $\mathfrak{M}$  le diagramme de l'ensemble.

*Théorème 3. — Tout diagramme est nécessairement un ensemble de points fermé.*

Supposons en effet que le diagramme contienne une série fondamentale  $P_1 P_2 \dots$  ayant le point limite  $P$ . Une telle série fera nécessairement partie de la frontière du domaine convexe appartenant au diagramme, et, par conséquent, le point limite sera sur cette frontière. Or  $P$  ne saurait être point intérieur d'un segment contenu dans la frontière sans que ce segment contienne une infinité des points qui constituent la série fondamentale — ce qui n'est pas possible, ces

points faisant tous partie du diagramme. Il faut donc que  $P$  soit également contenu dans le diagramme, et notre théorème est démontré.

Un arc plan est dit convexe quand il est contenu tout entier dans la frontière de son domaine convexe. Il a ou deux points, au plus, ou bien tout un segment en commun avec une droite arbitraire, et en chacun de ses points il a des deux côtés une tangente déterminée.

L'arc convexe a une autre propriété importante. On sait en effet que tout arc convexe, ayant en chacun de ses points une tangente déterminée, peut être représenté (par fragments au moins) à l'aide d'une équation de la forme  $y = f(x)$ , où  $f(x)$  est une fonction convexe<sup>1</sup> à dérivée finie déterminée  $f'(x)$ . Cette dérivée est une fonction continue monotone, et, en vertu d'un théorème de LEBESGUE<sup>2</sup>, une telle fonction est généralement différentiable, l'ensemble de points pour lequel la dérivée n'existe pas étant en tout cas de mesure nulle. Donc, en général  $f''(x)$  existera, et de là résulte:

*Théorème 4.* — *Un arc convexe ayant en chacun de ses points une tangente déterminée  $a$ , en général, en un point arbitraire, un cercle osculateur déterminé.*

Remarquons toutefois que les points qui n'ont pas de cercle osculateur déterminé peuvent former un ensemble partout dense sur l'arc.

## § 2. Les arcs rectifiables.

Une classe d'arcs de courbes très importante et très vaste est celle des arcs rectifiables, c'est-à-dire des arcs de longueur finie. En représentant un arc plan par des équations de la forme  $x = \varphi(t)$ ,  $y = \psi(t)$ , où  $\varphi$  et  $\psi$  sont des fonctions uniformes réelles, continues et finies, d'une variable réelle  $t$  par-

<sup>1</sup> JENSEN, ouv. cit.

<sup>2</sup> LEBESGUE, Leçons sur l'Intégration, Paris 1904, p. 128.

courant un intervalle déterminé donné, on sait, d'après JORDAN<sup>1</sup>, que la condition nécessaire et suffisante pour que l'arc en question soit rectifiable c'est que, dans l'intervalle considéré,  $\varphi$  et  $\psi$  soient de variation bornée. Toute fonction de ce genre peut s'écrire comme différence de deux fonctions monotones, toujours croissantes.

A l'aide d'une simple transcription de cet énoncé nous pouvons déduire une construction géométrique de l'arc rectifiable. Mettons que l'arc soit représenté par les équations:

$$\begin{aligned}x &= \varphi_1(t) - \varphi_2(t), \\y &= \psi_1(t) - \psi_2(t),\end{aligned}$$

où  $\varphi_1, \varphi_2, \psi_1, \psi_2$  désignent des fonctions monotones, toujours croissantes, et considérons trois points  $P, Q, R$  aux coordonnées  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$  déterminées par les expressions:

$$\begin{aligned}x_1 &= y_1 = 3(\varphi_1(t) + \psi_1(t)), \\x_2 &= -3(\varphi_2(t) + \psi_1(t)), \quad y_2 = 0, \\x_3 &= 0, \quad y_3 = -3(\varphi_1(t) + \psi_2(t));\end{aligned}$$

on aura les équations:

$$\begin{aligned}x &= \varphi_1(t) - \varphi_2(t) = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}, \\y &= \psi_1(t) - \psi_2(t) = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3},\end{aligned}$$

qui nous montrent que le point  $(x, y)$  est le centre de gravité du triangle  $PQR$ . Or les expressions des coordonnées des trois points  $P, Q, R$  montrent que ces points se meuvent sur les trois droites  $x = y, y = 0, x = 0$  et que les mouvements des points sur ces droites sont monotones (vont toujours dans le même sens). Donc:

*Théorème 5. — Tout arc rectifiable plan peut être construit comme lieu géométrique du centre de gravité d'un triangle dont les sommets se meuvent d'une façon monotone sur trois droites passant par un même point.*

<sup>1</sup> JORDAN, Cours d'Analyse I, 2<sup>e</sup> éd., 1893, p. 100.

Le fait que les sommets du triangle ont des mouvements monotones pourrait encore s'exprimer en disant que les ponctuelles parcourues correspondent deux à deux d'une manière bi-univoque et continue.

Il est facile de généraliser ce théorème de manière à le rendre valable pour les espaces à trois ou plusieurs dimensions.

Toutes les fonctions à variation bornée forment un domaine de rationalité, les opérations rationnelles effectuées avec les fonctions de ce genre conduisant toujours — si tant est qu'elles ne font naître que des fonctions bornées — à de nouvelles fonctions à variation bornée.<sup>1</sup>

De là nous pouvons tirer une conclusion très importante par ses applications géométriques: en faisant subir aux arcs rectifiables des transformations rationnelles on obtient de nouveau des arcs rectifiables à moins que ce ne soient des arcs se prolongeant à l'infini. De ceci résultent immédiatement les propositions suivantes:

Par projection centrale, un arc rectifiable se transforme en un nouvel arc, rectifiable celui-là dans le fini.

Une courbe construite comme lieu géométrique du point de concours des droites correspondantes dans deux faisceaux de droites correspondant entre eux d'une manière bi-univoque et continue, est rectifiable (dans le fini).

Un arc construit comme courbe d'intersection de deux surfaces coniques aux courbes directrices rectifiables est, lui aussi, rectifiable.

Ces théorèmes, — et on pourrait compléter la liste avec bien d'autres, dont beaucoup d'une portée encore plus étendue —, suffisent pour montrer que les arcs rectifiables forment une classe de courbes à part.

Il convient d'ajouter le théorème très important de

<sup>1</sup> JORDAN, Cours d'Analyse I, 1893, p. 57.

LEBESGUE<sup>1</sup> énonçant que l'arc rectifiable  $a$ , en général, une tangente déterminée en chacun de ses points. Nous avons déjà eu l'occasion de préciser le sens qu'il faut attribuer à la restriction contenue dans les mots: *en général*,

Énonçons encore à titre de théorèmes spéciaux relatifs aux arcs rectifiables:

*Théorème 6.* — *Tout arc plan contenu dans un domaine convexe fini  $\mathcal{Q}$  et dont les sécantes coupent toutes un autre domaine convexe  $\mathcal{Q}'$  n'ayant pas de point en commun avec  $\mathcal{Q}$  et ne formant pas précisément un demi-plan, est nécessairement rectifiable.*

La distance qui sépare un point de  $\mathcal{Q}$  d'un point de  $\mathcal{Q}'$  a un minimum déterminé atteint en un endroit au moins situé entre un point  $A$  sur la frontière de  $\mathcal{Q}$  et un point  $B$  sur la frontière de  $\mathcal{Q}'$ . Les perpendiculaires à  $AB$  en  $A$  et en  $B$  limitent une région qui sépare les deux domaines. Choisissons, entre  $A$  et  $B$ , un point  $C$ ; menons, par  $C$ , la perpendiculaire  $c$  à  $AB$ . Les demi-droites qui joignent  $C$  aux points de  $\mathcal{Q}$  remplissent un angle convexe situé tout entier d'un côté de  $c$  et n'ayant pas de demi-droite limite contenue dans cette ligne, tandis que les demi-droites qui joignent  $C$  aux points de  $\mathcal{Q}'$  remplissent un angle convexe situé de l'autre côté de  $c$  et n'ayant pas de demi-droite limite contenue dans  $c$ . On pourra donc mener par  $C$  une droite  $c_1$ , différente de  $c$  et qui ne passe par, ni ne limite, aucun des angles ci-dessus indiqués. Les deux domaines  $\mathcal{Q}$  et  $\mathcal{Q}'$  se trouveront alors situés de côtés opposés de  $c$  et de  $c_1$ . Une droite parallèle de  $c$  ou de  $c_1$  et qui passe par le domaine  $\mathcal{Q}$  ne saurait passer par  $\mathcal{Q}'$ , une telle ligne a donc, au plus, un point en commun avec l'arc considéré. En projetant les points de l'arc par deux faisceaux de droites parallèles à  $c$  et à  $c_1$  respectivement, ces

<sup>2</sup> LEBESGUE, Leçons sur l'Intégration, Paris 1904, p. 127. Une autre démonstration a été donnée par G. FABER (Über stetige Funktionen; Math. Ann., t. 69, p. 393).

faisceaux correspondront par conséquent l'un à l'autre d'une façon bi-univoque et continue, donc l'arc est rectifiable.

### § 3. L'arc ordinaire.

Dans ce qui suit nous entendrons par *arc*, dit sans réserves expresses, un arc au sens de Jordan, exempt de points doubles, en d'autres termes un ensemble de points situé dans une région bornée du plan ou de l'espace et susceptible d'être représenté d'une manière bi-univoque et continue sur un segment fermé ou bien sur toute une circonférence de cercle. Dans le premier cas, l'arc aura deux points limite: dans le second, il constituera une courbe fermée. Par point intérieur d'un arc nous entendrons un point de l'arc qui ne coïncide avec aucun des points limite de l'arc.

Considérons maintenant un arc  $AB$  et un point intérieur  $P$  de cet arc. Mettons que chacun des arcs  $PA$  et  $PB$  ait en  $P$  une tangente déterminée. Désignons par  $t_1$  et par  $t_2$ , respectivement, les deux tangentes, qui peuvent différer ou coïncider. Pour une série fondamentale arbitraire  $P_1 P_2 \dots$  ayant  $P$  pour point limite et contenue tout entière dans l'arc  $PA$ , il existera alors une position limite déterminée  $t_1$  des droites  $PP_1, PP_2 \dots$  qui joignent  $P$  aux points de la série fondamentale, et cette position limite sera la même pour toutes les séries fondamentales similaires. On pourra donc démontrer que la série de demi-droites issues de  $P$  qui contient les points  $P_1 P_2 \dots$  aura également une position limite bien déterminée, à savoir une demi-droite déterminée de celles qui proviennent du partage de  $t_1$  par  $P$ . En effet, si tel n'était pas le cas, on pourrait prendre, dans la série fondamentale, deux séries  $Q_1 Q_2 \dots$  et  $R_1 R_2 \dots$  telles que l'une corresponde à des demi-droites  $PQ_1, PQ_2, \dots$  convergeant vers une demi-droite déterminée, située sur  $t_1$ , tandis que l'autre série correspond à des demi-droites  $PR_1, PR_2 \dots$  convergeant vers la demi-droite opposée sur  $t_1$ . L'angle  $Q_m P R_n$

convergerait alors vers  $180^\circ$  si on faisait croître  $m$  et  $n$  à l'infini. Or les points  $Q_m$  et  $R_n$  étant situés sur l'arc  $PA$  où ils intercepteraient un arc  $Q_m R_n$  qui ne contiendrait pas  $P$ , toute droite  $l$  passant par  $P$  et différente de  $t_1$  rencontrerait cet arc en un point au moins quand  $m$  et  $n$  dépasseraient certaine limite déterminée. D'où il résulterait que  $l$  contiendrait, sur l'arc  $PA$ , une série fondamentale ayant  $P$  pour point limite, ce qui ne serait pas compatible avec l'hypothèse d'après laquelle il y aurait en  $P$  une tangente déterminée. Donc :

*Théorème 7. — Étant donné un arc  $AB$  ayant, en un point intérieur  $P$ , et du côté de  $P$  qu'indique le point  $A$ , une tangente déterminée, cette tangente contiendra une demi-droite représentant la position limite d'une demi-droite partant de  $P$  et contenant un point mobile, de l'arc  $PA$ , qui convergera vers  $P$ .*

Cette demi-droite nous l'appellerons la demi-tangente, en  $P$ , de l'arc  $PA$ . Et si nous considérons l'autre arc  $PB$ , nous sommes amenés à constater pour lui aussi l'existence, en  $P$ , d'une demi-tangente déterminée.

Les deux demi-tangentes peuvent faire partie de droites différentes. En ce cas l'arc est dit avoir, en  $P$ , un point anguleux. Au cas où les demi-tangentes coïncident, on dit que l'arc a, en  $P$ , un point de rebroussement: quand, au contraire, elles sont opposées, le point  $P$  est dit un point ordinaire.

*Théorème 8. — Dans le cas d'un point ordinaire  $P$ , la tangente est position limite d'une droite joignant deux points de l'arc,  $M$  et  $N$ , situés de côtés opposés de  $P$  et convergeant vers  $P$  d'une façon arbitraire.*

Supposons, en effet, que les demi-droites  $PM$  et  $PN$  fassent avec leurs positions limite respectives (les deux demi-tangentes opposées en  $P$ ) les angles infiniment petits  $\epsilon$  et  $\eta$ ; l'angle  $M$  du triangle  $MPN$  sera moindre que l'angle adjacent-supplémentaire de  $P$ , lequel sera  $\leq \epsilon + \eta$ . (Au cas spécial où  $P$ ,

$M$ ,  $N$  seraient en ligne droite, on n'obtiendrait pas de triangle, mais alors  $P$  finirait par être situé entre  $M$  et  $N$  quand  $\varepsilon$  et  $\eta$  dépasseraient certaine limite minimum, de sorte que l'angle  $PMN$  serait nul.) Il en résulte que les droites  $MN$  et  $MP$  convergent vers la même position limite.

Dans le cas d'un point anguleux  $P$  d'un arc, une droite joignant deux points de l'arc situés chacun de son côté de  $P$  n'aura pas de position limite déterminée si tant est que ces points convergent vers  $P$ . Car toute droite  $l$  passant par  $P$  et située dans l'angle adjacent supplémentaire de celui que forment les deux demi-tangentes est nécessairement position limite d'une série des droites de jonction considérées. La démonstration de cet énoncé est assez facile pour que nous puissions nous dispenser de la donner ici. Dans le cas où  $P$  est un point de rebroussement, le raisonnement sera tout à fait analogue.

En attribuant, comme nous allons le faire dans les pages qui suivent, telle ou telle propriété au voisinage d'un point  $P$  sur un arc  $AB$ , nous entendons dire par là qu'il est possible de choisir, parmi les arcs contenus dans l'arc considéré et qui contiennent  $P$  comme point intérieur, un arc tel qu'il jouisse, lui aussi bien que tous les arcs similaires qu'il contient, de la propriété en question.

Nous allons nous occuper exclusivement d'arcs plans, et nous pouvons énoncer premièrement sur le voisinage du point ordinaire que toute droite passant par le point et située dans le plan de la courbe, sans toutefois se confondre avec la tangente, partagera le voisinage du point en deux parties séparées placées chacune de son côté de la droite. Ceci s'ensuit directement de la définition des demi-tangentes. En supposant donc que par un point intérieur ordinaire  $P$ , contenu dans un arc plan, passe une droite  $l$  ayant le voisinage de  $P$  placé tout entier d'un de ses côtés (abstraction faite des points

éventuels sur  $l$ ), cette droite  $l$  sera nécessairement tangente à l'arc, en  $P$ .

Quant à la position de la tangente par rapport à un point ordinaire  $P$  et par rapport au voisinage de ce point, quatre cas différents peuvent se présenter :

1° La tangente n'a que le point  $P$  en commun avec le voisinage de  $P$  et ce voisinage est d'ailleurs situé tout entier d'un seul côté de la tangente. — Dans ce cas le point  $P$  s'appelle un point convexe.

2° La tangente n'a que le point  $P$  en commun avec le voisinage de  $P$  et partage ce voisinage en deux parties séparées situées chacune de son côté de la tangente. — Le point  $P$  est dit alors point d'inflexion.

3° La tangente a une infinité de points en commun avec le voisinage de  $P$  et contient par suite une infinité de points situés sur l'arc et ayant  $P$  pour point limite; nous faisons toutefois abstraction du cas où le voisinage de  $P$  contiendrait un segment. — Le point  $P$  s'appelle alors point d'ondulation.

4° Le voisinage du point  $P$  contient un segment où  $P$  se trouve contenu soit comme point limite soit comme point intérieur. — Soient  $M$  et  $N$  les points limites du plus grand segment possible qui puisse, tout en étant situé sur l'arc considéré contenir le segment compris dans le voisinage de  $P$ ; et supposons que la courbe se prolonge au delà de ces points. Alors de deux choses l'une: ou le prolongement de la courbe au delà de  $M$  et  $N$  se maintiendra dans la première partie de son parcours d'un même côté de la tangente, ou bien il formera un point d'ondulation. Il est aisé de se rendre compte des cas possibles que nous obtenons ainsi.

Un arc, ordinaire en tous ses points (pour qu'il le soit, il faut seulement, d'après la définition, qu'il ait aux points limite une tangente déterminée et aux points intérieurs deux demi-tangentes de sens contraire) est dit un arc *ordinaire*. C'est

de ce genre d'arcs que nous allons surtout nous occuper dans ce qui suit, et nos recherches porteront de préférence sur la distribution des divers genres de points: points convexes, points d'inflexion, points d'ondulation, segments. Mais avant d'aborder l'étude du sujet principal il nous faudra formuler encore quelques propositions auxiliaires.

#### § 4. Extensions du théorème de la valeur moyenne.

*Théorème 9.* — *Un arc plan  $AB$  composé exclusivement de points ordinaires (les seuls points limite  $A$  et  $B$ , que nous supposons différents, peuvent être exceptés) aura au moins un point intérieur dont la tangente sera parallèle à la droite  $AB$ .*

Au cas où l'arc coïncide avec le segment  $AB$ , la condition se trouve remplie. Dans tous les autres cas, l'ensemble de droites parallèles à  $AB$  et contenant chacune au moins un point de l'arc  $AB$ , formera un ensemble parfait et d'un seul tenant de droites parallèles et remplira par conséquent une bande du plan comprise entre deux droites limite différentes dont une au moins,  $l$ , différera de  $AB$ . La droite  $l$  aura au moins un point en commun avec l'arc puisqu'elle peut être représentée comme limite d'une série de droites parallèles à  $AB$  et contenant chacune au moins un point de l'arc. Or, comme l'arc est situé tout entier d'un côté de  $l$  (abstraction faite des points situés sur  $l$ ),  $l$  sera donc tangente à l'arc.

Le théorème 9 comprend, comme cas tout à fait spécial, le théorème sur la valeur moyenne dans le cas de la fonction continue réelle d'une seule variable. Si nous représentons l'arc considéré par les équations  $x = \varphi(t)$ ,  $y = \psi(t)$ , l'énoncé du théorème 9 revient à dire que l'équation

$$\lim_{k=0} \frac{\varphi(t+k) - \varphi(t)}{\psi(t+k) - \psi(t)} = \frac{\varphi(t_1+h) - \varphi(t_1)}{\psi(t_1+h) - \psi(t_1)}$$

est satisfaite pour une valeur au moins de  $t$  comprise entre  $t_1$  et  $t_1+h$ .

Du théorème 9 nous arrivons, à l'aide d'une simple transformation projective au théorème suivant :

*Théorème 10. — Étant donné un arc plan  $AB$  composé uniquement de points ordinaires (les deux points limite que nous supposons différents, peuvent faire exception) et contenu dans un domaine convexe  $\mathcal{Q}$ , on pourra mener une tangente à l'arc par tout point  $P$  du prolongement de la droite  $AB$  au delà de  $\mathcal{Q}$ .*

De ceci résulte, spécialement, qu'au cas où un arc ordinaire n'aurait que les points  $A$  et  $B$  en commun avec la droite  $AB$ , on pourra mener, par tout point  $P$  du prolongement du segment  $AB$ , une tangente à l'arc.

*Théorème 11. — Étant donné un arc ordinaire plan contenu dans un domaine convexe fini  $\mathcal{Q}$  et dont les tangentes coupent toutes un autre domaine convexe  $\mathcal{Q}'$  n'ayant pas de point en commun avec  $\mathcal{Q}$ , les sécantes de l'arc couperont toutes également  $\mathcal{Q}'$ .*

Le cas trivial où  $\mathcal{Q}'$  forme un demi-plan ne sera pas traité dans ce qui suit.

Au cours de la démonstration du théorème 6 nous avons vu qu'on peut trouver une droite  $c$  telle que l'un des demi-plans limités par elle contienne  $\mathcal{Q}$  et que l'autre contienne  $\mathcal{Q}'$  tandis que  $c$  n'ait pas de point en commun avec les deux domaines ni avec leur frontière. Cette droite  $c$  va nous être utile ici.

S'il existait une sécante  $s$  de l'arc en question telle qu'elle ne coupât pas  $\mathcal{Q}'$ ,  $s$  aurait en tout cas deux points en commun avec l'arc; le nombre des points communs pourrait dépasser 2, toutefois il ne saurait être infini,  $s$  étant dans cette hypothèse tangente (en chacun des points limite des points communs) et devant par conséquent couper  $\mathcal{Q}'$ . En tout cas on pourrait donc prendre sur  $s$ , parmi les points qui lui seraient communs avec l'arc, deux,  $M$  et  $N$ , consécutifs sur l'arc et tels que l'arc  $MN$  fût tout entier situé d'un côté de  $s$ .

Considérons maintenant la droite  $c$  dont il a été question plus haut. Au cas où  $s \neq c$  on pourrait mener, en vertu du théorème 9, une tangente à l'arc  $MN$  parallèle à  $c$ , laquelle ne couperait pas  $\mathcal{Q}'$ , ce qui serait en contradiction avec notre hypothèse. Pour le cas où  $s$  ne serait pas parallèle à  $c$  nous distinguerons deux cas:

1° L'arc  $MN$  et le domaine  $\mathcal{Q}'$  sont situés d'un même côté de  $s$ . — Du point d'intersection de  $s$  et de  $c$  on pourrait alors mener une tangente à l'arc  $MN$  (théorème 10), laquelle tangente serait contenue dans les domaines angulaires entre  $s$  et  $c$  qui ne contiendraient pas  $\mathcal{Q}'$ , ce qui ne serait pas compatible avec notre hypothèse d'après laquelle toutes les tangentes de l'arc couperaient  $\mathcal{Q}'$ .

2° L'arc  $MN$  et le domaine  $\mathcal{Q}'$  sont situés de côtés opposés de  $s$ . — Le domaine  $\mathcal{Q}$  étant fini, on pourrait mener une droite  $c'$ , parallèle à  $c$ , de manière que  $\mathcal{Q}$  fût situé entre  $c$  et  $c'$ . Du point d'intersection de  $c'$  avec  $s$  on pourrait ensuite mener une tangente à l'arc  $MN$  et cette tangente ne couperait pas  $\mathcal{Q}'$ .

Dans tous les cas, successivement examinés, l'hypothèse d'une sécante ne coupant pas  $\mathcal{Q}'$  a donc entraîné celle d'une tangente ne coupant pas, elle non plus,  $\mathcal{Q}'$ , ce qui serait en contradiction avec notre hypothèse. Le théorème 11 est donc démontré.

Au cas où  $\mathcal{Q}'$  serait réduit en un point, le théorème énonce qu'un arc ordinaire plan, dont les tangentes passent toutes par un même point, c'est une droite passant par ce point.

### § 5. Sur l'existence de points convexes et de points d'inflexion.

En entreprenant l'étude plus détaillée de l'arc ordinaire nous commencerons par établir le théorème suivant sur l'existence de points convexes.

*Théorème 12.* — *Tout arc ordinaire plan ne contenant pas de segment de droite, contiendra nécessairement une infinité de points convexes formant un ensemble partout dense sur l'arc.*

Nous allons démontrer que tout arc  $AB$  contenu dans l'arc donné  $a$ , au moins, un point convexe intérieur. A cet effet, nous construisons le domaine convexe  $\mathcal{Q}$  de l'arc  $AB$ . Dans le cas où la frontière de ce domaine contient une portion, d'un seul tenant, de l'arc  $AB$ , cette portion constituera un arc convexe et, partant, tous ses points seront des points convexes. Si, au contraire, la frontière du domaine ne remplit pas cette condition, les points de l'arc  $AB$  qui font partie de la frontière formeront un ensemble nul part dense et il en sera de même du diagramme du domaine. Supposons d'abord que les points  $A$  et  $B$  ne fassent pas partie de la frontière de  $\mathcal{Q}$ . Dans ce cas, ils ne feront pas non plus partie du diagramme. Sur la frontière de  $\mathcal{Q}$ , les points du diagramme se trouveront distribués de telle sorte que tout segment joignant deux points consécutifs du diagramme fera partie de la frontière et que la frontière tout entière sera composée de tels segments et des points du diagramme. Aucun point du diagramme ne se trouvera isolé sur la frontière. En effet, posons le cas où un point  $P$  du diagramme aurait et un point suivant,  $R$ , et un point précédent,  $Q$ , du diagramme situés sur la frontière; ces segments  $PQ$  et  $PR$  feraient donc tous les deux partie de la frontière. Mais alors ces deux segments se trouveraient situés dans le prolongement l'un de l'autre, car si tel n'était pas le cas, toute droite passant par  $P$  et comprise dans l'angle adjacent et supplémentaire de l'angle formé par les deux segments, aurait tout le domaine  $\mathcal{Q}$ , et, par conséquent, tout l'arc  $AB$ , situés d'un même côté, ce qui serait en contradiction avec l'hypothèse qui veut que  $P$  soit un point ordinaire sur l'arc  $AB$ . D'un autre côté, pour que les segments  $PQ$  et  $PR$  fussent situés chacun dans le prolongement de l'autre, il devrait y avoir un point de

diagramme  $P$  situé sur un segment  $QR$  joignant deux autres points du diagramme, ce qui serait contraire à la définition du diagramme. Donc: chacun des points du diagramme doit être un point limite du diagramme. Et comme le diagramme est en outre, en vertu du théorème 3, un ensemble de points fermé, nous avons démontré que le diagramme est un ensemble de points parfait et nulle part dense, situé sur la frontière de  $\mathcal{Q}$ . De plus, nous savons, concernant cette frontière, qu'elle a, en chacun de ses points, une tangente déterminée. En effet, au cas où le point est un point de diagramme, la tangente, en ce point, à l'arc  $AB$ , sera la seule ligne passant par ce point qui ait l'arc  $AB$  et, par suite, le domaine  $\mathcal{Q}$  situés tout entiers d'un même côté, et au cas où le point n'est pas un point de diagramme, il se trouvera contenu dans un segment qui fera partie de la frontière et qui sera, par conséquent, la seule tangente en ce point. Les segments qui sont contenus dans la frontière de  $\mathcal{Q}$  et qui joignent par conséquent, deux à deux, en ordre de succession, les points du diagramme, constituent un ensemble dénombrable. En effet, la frontière de  $\mathcal{Q}$  a une longueur finie déterminée  $l$ , par conséquent le nombre des segments  $\gamma$  contenus et dont la longueur dépasse certaine valeur arbitraire  $\varepsilon$ , sera fini. En écartant d'abord les segments dont la longueur dépasse  $\frac{l}{4}$ , ensuite ceux de plus de  $\frac{l}{8}$ ,  $\frac{l}{16}$ , etc. on arrive facilement à sérier les segments de manière à ce qu'ils forment un ensemble dénombrable. Les points limite de ces segments formeront donc également un ensemble dénombrable, et le diagramme, qui constitue un ensemble de points parfait sur la frontière de  $\mathcal{Q}$  c'est-à-dire un ensemble non dénombrable, doit contenir des points qui ne sont points limite d'aucun des dits segments. Or un tel point de diagramme est nécessairement point convexe sur l'arc  $AB$ , car la tangente à ce point n'a pas d'autres points en commun avec  $\mathcal{Q}$  ni, par conséquent, avec l'arc.

Nous venons de supposer que  $A$  et  $B$  ne soient pas situés sur la frontière du domaine  $\mathcal{Q}$ . Au cas où ces points ou l'un des deux seulement, ferait partie de la frontière on pourra toujours prendre, sur celle-ci, une portion continue  $\beta$  qui ne contienne ni  $A$  ni  $B$  et qui ne soit pas constituée par un segment unique. Une telle portion de frontière  $\beta$  formera un arc convexe contenant un ensemble dénombrable de segments et un ensemble parfait et nulle part dense de points de diagramme; c'est parmi ces derniers qu'on trouvera l'un des points cherchés (à l'aide du procédé ci-dessus indiqué).

Dans ce qui précède nous nous sommes fondé sur le fait bien connu qu'un ensemble de points parfait et linéaire n'est pas dénombrable. On pourrait aussi raisonner comme suit: Les segments en question formant un ensemble dénombrable, il sera toujours possible de trouver, pour un arc  $\beta$  faisant partie de la frontière de  $\mathcal{Q}$  et ne contenant ni  $A$  ni  $B$ , une corde qui ne soit parallèle à aucun des segments. Menant ensuite une tangente à  $\beta$ , parallèlement à la corde, le point de contact de cette tangente déterminera l'un des points convexes demandés sur l'arc  $AB$ .

Avant de passer au théorème sur l'existence des points d'inflexion il nous faut démontrer le théorème subsidiaire suivant:

*Théorème 13. — Étant donné un arc ordinaire  $AB$  qui n'a pas de points situés de part et d'autre de la tangente en  $B$ , et dont la demi-tangente,  $b$ , en  $B$ , ne contient pas  $A$ , toute demi-droite  $l$  issue de  $B$  et située dans l'angle convexe compris entre les demi-droites  $b$  et  $BA$ , aura au moins un point, différent de  $B$ , en commun avec l'arc.*

De ce fait que l'arc n'a pas ses points situés de part et d'autre de la tangente en  $B$ , nous pouvons conclure que tous les points qui sont communs à l'arc et à la droite  $BA$  sont contenus dans la demi-droite  $BA$ . Touchant ces points, nous savons qu'ils n'ont pas de point limite en  $B$ . Il doit donc y

en avoir un,  $C$ , situé de telle sorte que l'arc  $BC$  n'ait aucun point intérieur en commun avec la demi-droite  $BA$ . Par conséquent, l'arc  $BC$  doit être situé tout entier d'un côté de la droite  $BA$  (abstraction faite des points  $B$  et  $C$ , situés ceux-là sur la droite elle-même). Il se trouvera de celui des côtés de la droite  $BA$  qu'indique la demi-droite  $b$ , car sur l'arc  $BC$  il est possible de choisir un point  $B_1$ , voisin de  $B$  et situé de manière à ce que la demi-droite  $BB_1$  fasse avec  $b$  un angle moindre qu'une valeur déterminée quelconque  $\varepsilon$ . Prenons  $\varepsilon$  moindre que l'angle compris entre  $l$  et  $b$ , de sorte que  $B_1$  se trouve soit à l'intérieur de l'angle formé par  $l$  et  $b$ , soit sur  $b$ ; les relations de position indiquées suffiront pour montrer que l'arc  $B_1C$  coupe  $l$ . En effet, les points limite de l'arc,  $B_1$  et  $C$ , sont situés de côtés opposés de  $l$ , et les points de l'arc sont à l'intérieur de l'angle convexe compris entre  $b$  et la demi-droite  $BA$  ou bien sur les demi-droites qui forment les côtés de cet angle (à l'exception du point  $B$ ).

A présent nous pouvons entreprendre la démonstration du théorème important que voici:

*Théorème 14.* — *Étant donné un arc ordinaire plan  $AB$  exempt de segments et n'ayant que les points  $A$  et  $B$  en commun avec la droite  $AB$  (nous supposons  $A$  et  $B$  différents), et supposé que la demi-tangente en  $B$  contienne  $A$ , l'arc considéré contiendra au moins un point d'inflexion.*

Tous les points de l'arc (abstraction faite de  $A$  et de  $B$ ) sont situés d'un même côté de la droite  $AB = l$ . Le domaine convexe  $\mathcal{Q}$  de l'arc sera donc limité par le segment  $AB$  et par un arc convexe  $\beta$  joignant  $A$  et  $B$  et situé d'ailleurs du même côté que l'arc donné par rapport à  $l$ . L'ensemble de points qui est commun à  $\beta$  et à l'arc  $AB$  ne saurait avoir de point limite en  $B$ ; s'il en était ainsi, les deux arcs auraient, en  $B$ , une demi-tangente commune, ce qui n'est pas possible vu que la demi-tangente, en  $B$ , à l'arc donné, est  $BA$ , alors que la demi-tangente, en  $B$ , à  $\beta$  est nécessairement

différente de  $BA$ , l'arc  $\beta$  et le segment  $BA$  formant à eux deux la frontière du domaine convexe plan  $\mathcal{Q}$  laquelle frontière ne saurait avoir des demi-tangentes coïncidant en  $B$ .

En parcourant l'arc  $\beta$  depuis  $B$  jusqu'à  $A$ , nous rencontrons donc, après  $B$ , un point déterminé  $B_1$  qui sera le premier point commun à  $\beta$  et à l'arc donné (et ce point  $B_1$  ne tombera certainement pas en  $A$ ). Le segment  $BB_1$  fera donc nécessairement partie de la frontière du domaine  $\mathcal{Q}$  et ne se confondra pas avec la droite  $AB$ . L'arc  $BB_1$  et le segment  $BB_1$  n'auront en commun que leurs points limite  $B$  et  $B_1$ ; ils constitueront une courbe fermée, exempte de points doubles, qui limitera un domaine  $\mathcal{Q}'$  situé tout entier d'un même côté de la droite  $BB_1$ . La droite  $AB$  n'aura que le point  $B$  en commun avec la frontière de ce domaine; donc le point  $A$  sera à l'extérieur de  $\mathcal{Q}'$ . Comme en outre les deux arcs  $BB_1$  et  $B_1A$ , provenant du partage de l'arc donné  $AB$  par  $B_1$ , n'ont que le point  $B_1$  en commun, l'arc  $B_1A$  sera nécessairement extérieur au domaine  $\mathcal{Q}'$ . A l'aide de ces données nous allons prouver que la demi-tangente, en  $B_1$ , à l'arc  $B_1B$  est nécessairement la demi-droite  $B_1B$ , tandis que la demi-tangente à l'arc  $B_1A$  sera opposée à  $B_1B$ . Admettons en effet que ce soit l'inverse qui a lieu et envisageons les conséquences qu'entraînerait cette hypothèse.

Si la demi-droite  $B_1B$  était demi-tangente à l'arc  $B_1A$ , et que la demi-droite opposée fût demi-tangente à l'arc  $B_1B$ , une demi-droite arbitraire  $m$ , issue de  $B$  et située à l'intérieur de l'angle convexe compris entre les deux demi-droites  $B_1B$  et  $B_1A$ , couperait, en vertu du théorème 13, les deux arcs, l'arc  $B_1A$  et l'arc  $B_1B$ ; elles les couperait peut-être même en plusieurs points, mais ces points ne sauraient en tous cas avoir, en  $B_1$ , un point limite,  $m$  n'étant pas tangente en  $B_1$ . Parmi les points d'intersection de la demi-droite et de l'arc  $B_1A$ , nous choisirons  $P$ , le point le plus rapproché de  $B_1$ ; nous choisirons de même, parmi les points où la demi-

droite coupe l'autre arc  $B_1B$ , le point  $Q$ , le plus voisin de  $B_1$ . Alors, si nous faisons converger  $m$ , toujours situé dans l'angle convexe  $AB_1B$ , vers la demi-droite  $B_1B$ ,  $P$  et  $Q$  convergeront vers  $B_1$  et  $B$ , respectivement. Il serait donc possible de trouver une position de  $m$  telle qu'en supposant  $P$  et  $Q$  placés dans les positions correspondantes, on eût  $P$  contenu dans le segment  $B_1Q$  en même temps que ce segment fût tout entier contenu dans  $\mathcal{Q}'$ . Il en résulterait que  $P$  fût situé à l'intérieur de ce domaine, ce qui serait en contradiction avec le résultat ci-dessus obtenu d'après lequel tout point intérieur de l'arc  $B_1A$  serait extérieur à  $\mathcal{Q}'$ . Nous avons donc démontré que la demi-tangente à l'arc  $B_1B$  contient le point  $B$ .

Ensuite nous allons démontrer que l'arc  $BB_1$  ne saurait avoir de points situés sur le prolongement du segment  $BB_1$  au delà de  $B_1$ . En effet, s'il existait un tel point,  $C_1$ , (au cas où il y en aurait plusieurs, nous choisirions celui qu'on rencontre le premier en parcourant l'arc  $BB_1$  à partir de  $B$ ), l'arc  $BC$  et le segment  $BC$  limiteraient un domaine  $\mathcal{Q}''$ , et on voit par analogie avec ce qui a été exposé ci-dessus, que le point  $A$  serait extérieur à ce domaine; par contre il y aurait sur l'arc  $B_1A$ , dans le voisinage de  $B_1$ , des points intérieurs à  $\mathcal{Q}''$  de sorte que cet arc couperait l'arc  $BC$ , ce qui est impossible attendu que l'arc donné n'a pas de points doubles.

Nous voyons donc que l'arc  $BB_1$  remplit des conditions analogues à celles que remplissait l'arc donné,  $AB$ ; il est ordinaire, ne contient pas de segment et n'a que les points  $B$  et  $B_1$  en commun avec la droite  $BB_1$ . En outre nous savons que la demi-tangente en  $B_1$  contient  $B$ .

Sur l'arc  $BB_1$  on pourra ensuite, en répétant le procédé ci-dessus indiqué, délimiter un arc  $B_1B_2$  tel qu'il n'ait que les points  $B_1$  et  $B_2$  en commun avec la droite  $B_1B_2$  et que la demi-tangente, en  $B_2$ , à l'arc contienne  $B_1$ , etc. On pourra former ainsi, par une série déterminée de constructions bien définies, une série de points  $B, B_1, B_2, B_3 \dots$  différents entre

eux et situés sur l'arc donné  $AB$  dans un ordre tel que chacun des points (pris dans l'ordre successif de la dite série, à partir de  $B_2$ ) se trouve placé entre les deux points précédents et de manière à ce que l'arc  $B_n B_{n+1}$  soit situé tout entier d'un même côté de la droite  $B_n B_{n+1}$  et que sa demi-tangente en  $B_{n+1}$  contienne  $B_n$ .

Il résulte en outre du raisonnement ci-dessus que l'arc  $B_n B_{n+1}$  et, partant, les arcs y contenus  $B_{n+1} B_{n+2}$ ,  $B_{n+2} B_{n+3}$ , etc. sont situés, par rapport à la droite  $B_n B_{n+1}$ , du même côté que  $B_{n+2}$ , et, par rapport à la droite  $B_{n+1} B_{n+2}$ , du même côté que  $B_n$ .

Sur l'arc  $BB_1$  l'ordre des points indiqués sera le suivant :

$$BB_2 B_4 \dots B_5 B_3 B_1.$$

Il y aura donc deux cas possibles :

1° La série de points  $BB_2 B_4 \dots$  aura un point limite  $U$ , et la série de points  $B_1 B_3 B_5 \dots$  aura un point limite  $V$ , différent de  $U$ . Ces points limite se trouveront situés comme il suit par rapport aux autres points de l'arc  $BB_1$  :

$$BB_2 B_4 \dots UV \dots B_5 B_3 B_1.$$

Or l'arc  $UV$  représentera la limite des arcs  $B_n B_{n+1}$ ,  $B_{n+1} B_{n+2}$ , etc. quand  $n$  croît à l'infini : il sera donc situé du même côté que  $B_{n+2}$  par rapport à la droite  $B_n B_{n+1}$ , et du même côté que  $B_n$  par rapport à la droite  $B_{n+1} B_{n+2}$ , et cela sera vrai pour toute valeur de  $n$ . L'arc  $UV$  se trouvera ainsi toujours compris dans l'angle convexe  $B_n B_{n+1} B_{n+2}$  ; mais en attribuant par exemple à  $n$  les valeurs successives des chiffres pairs on aura  $B_n$  et  $B_{n+2}$  convergeant vers un même point  $U$ , tandis que  $B_{n+1}$  convergera vers  $V$ . L'angle en question convergera donc vers zéro, son sommet convergeant vers  $V$  et ses deux côtés vers la demi-droite  $VU$ . Il en résulterait que l'arc  $UV$  coïncide avec le segment  $UV$ , ce qui serait en contradiction avec notre hypothèse d'après laquelle l'arc  $AB$  ne contiendrait pas de segment. Reste à examiner l'autre éventualité :

2° Les séries de points  $BB_2B_4 \dots$  et  $B_1B_3B_5 \dots$  ont un point limite  $V$  en commun de sorte que nous aurons les points placés sur l'arc dans l'ordre suivant:

$$BB_2B_4 \dots V \dots B_5B_3B_1.$$

Comme  $V$  est point limite de  $B_n$  et de  $B_{n+1}$ , lorsque  $n$  croît à l'infini, et comme d'autre part ces deux points de l'arc sont situés de côtés opposés de  $V$ , la droite  $B_nB_{n+1}$  convergera, en vertu du théorème 8, vers la tangente  $v$  en  $V$ . De la situation des points sur l'arc il résulte en outre que les demi-droites  $B_1B_2$ ,  $B_3B_4$ ,  $B_5B_6 \dots$  convergeront vers la demi-tangente en  $V$  dont le sens est indiqué par l'ordre des points  $V \dots B_4$ ,  $B_2$ ,  $B$ , tandis que les demi-droites  $B_2B_3$ ,  $B_4B_5$ ,  $\dots$  convergeront vers la demi-tangente opposé en  $V$ .

D'après le théorème 8, on pourra toujours délimiter autour de  $V$  un voisinage  $MN$  de l'arc tel que l'angle compris entre deux demi-droites quelconques issues de points situés sur l'arc  $MV$  et contenant chacune un point au moins de l'arc  $NV$  — qu'un tel angle, disons nous, soit moindre qu'une valeur arbitraire  $\varepsilon$ . Mettons que cette valeur ait été choisie  $< 60^\circ$ . Alors l'angle compris entre chacune des demi-droites indiquées et la demi-tangente, en  $V$ , à l'arc  $VN$  sera également  $< 60^\circ$ . Prenons l'indice  $n$  assez grand pour que  $B_n$  et  $B_{n+1}$  et, par conséquent,  $B_{n+2}$ ,  $B_{n+3}$ , etc. soient points intérieurs de l'arc  $MN$  et examinons la ligne brisée  $B_nB_{n+1}B_{n+2} \dots$ . Nous savons que l'angle  $B_nB_{n+1}B_{n+2} < \varepsilon$  et comme  $B_{n+3}$  est compris dans cet angle, l'angle  $B_{n+2}B_{n+1}B_{n+3}$  sera moindre que l'angle  $B_nB_{n+1}B_{n+2}$  et, partant,  $< \varepsilon$ . Dans le triangle  $B_{n+1}B_{n+2}B_{n+3}$  il y aura donc deux angles moindres que  $\varepsilon$ : ceux qui ont pour sommets  $B_{n+1}$  et  $B_{n+2}$ . Le troisième angle du triangle,  $B_{n+2}B_{n+3}B_{n+1}$ , sera donc  $> 180^\circ - 2\varepsilon > 60^\circ$ . Concernant la situation de  $B_{n+4}$  nous savons d'abord que ce point est situé à l'intérieur de l'angle  $B_{n+1}B_{n+2}B_{n+3}$ , et ensuite, en raison des inégalités ci-dessus signalées, qu'il est également intérieur à l'angle  $B_{n+2}B_{n+3}B_{n+1}$ . Nous en pouvons conclure que  $B_{n+4}$

est contenu dans le triangle  $B_{n+1}B_{n+2}B_{n+3}$ , et tel sera le cas pour toute valeur supérieure de  $n$ . En désignant, pour simplifier, les points  $B_n, B_{n+1} \dots$  par les chiffres  $0, 1, 2, \dots$  nous aurons donc, sur l'arc donné, une série de points placés dans l'ordre suivant :

$$0, 2, 4, \dots V \dots 5, 3, 1.$$

Toutes les demi-droites issues d'un point de rang pair et contenant des points de rang impair formeront deux à deux des angles aigus, moindres que  $\varepsilon$  et il en sera de même de toutes les demi-droites issues de points de rang impair et contenant des points de rang pair.

La ligne brisée  $0\ 1\ 2\ 3 \dots$  est composée de telle sorte que tout triangle ayant pour sommets trois points consécutifs de la série indiquée renferme tous les points suivants; la ligne brisée en question formera par conséquent un polygone spiral ayant en  $V$  un point asymptotique.

Le point 4 étant contenu dans le triangle  $1\ 2\ 3$ , le prolongement du segment  $3\ 4$  au delà de 4 rencontrera  $1\ 2$  en un point  $S$ . De même le prolongement de  $5\ 6$  au delà de 6 rencontrera  $3\ 4$  en un point  $S'$ , mais il rencontrera également le segment  $1\ 2$ . En effet, les demi-droites partant de 6 et contenant les points 1 et 3, ou bien des points contenus dans le segment  $1\ 3$ , font avec la demi-droite  $6\ 5$  des angles moindres que  $\varepsilon$ ; par suite, aucune de ces demi-droites ne saurait coïncider avec le prolongement du segment  $5\ 6$  au delà de 6. Ce prolongement rencontrera le côté  $3\ S$  du triangle  $1\ S\ 3$ ; il ne rencontrera pas le côté  $1\ 3$ ; il faut donc, 5 et 1 étant situés de côtés opposés de la droite  $3\ S$  (puisque 5 est contenu dans  $\triangle 2\ 3\ 4$ ) qu'il rencontre  $1\ S$  en un point  $S_1$ .

On pourra continuer de même: Le prolongement de  $7\ 8$  au delà de 8 rencontrera  $5\ 6$  en un point  $S''$  et (voir le raisonnement ci-dessus) il rencontrera  $3\ 4$  en un point  $S'_1$ . Il rencontrera en outre  $1\ 2$ , car nous pouvons raisonner comme plus haut: le prolongement de  $7\ 8$  au delà de 8 ne saurait

rencontrer 13 et comme d'autre part il rencontre 3S et que les points 1 et 8 sont situés de côtés opposés de 3S il doit rencontrer 1S en un point  $S_2$ , etc.

Donc: le prolongement de 34 au delà de 4 rencontrera le segment 12 en un point S. Le prolongement de 56 au delà de 6 rencontrera le segment 34 en un point  $S'$  et le segment 12 en un point  $S_1$ . Le prolongement de 78 au delà de 8 rencontrera le segment 56 en un point  $S''$ , le segment 34 en un point  $S'$  et le segment 12 en un point  $S_2$ , etc. Voilà les propriétés de la ligne brisée 1234... qui vont nous servir pour en examiner la situation par rapport à l'arc.

L'arc 23 est compris dans l'angle 234 et situé tout entier d'un côté de la droite 12. Il faut donc qu'il soit contenu dans le triangle 23S. Par suite, le segment 4S ne partagera en aucun endroit l'arc 23 en parties séparées; d'un autre côté, ce même segment 4S n'a pas de point en commun avec l'arc 13, les demi-droites qui partent de 4 et qui contiennent les points de cet arc faisant toutes, avec le segment 43, des angles moindre que  $\varepsilon$  et ne pouvant, par conséquent, avoir aucun point en commun avec le segment 4S qui est opposé à 43. Le segment 4S sera donc situé dans le domaine limité par le segment 12 et par l'arc 12, et l'arc 20 qui n'a pas de point en commun avec ce domaine (excepté le point 2 situé sur la frontière du domaine) n'aura pas non plus de point en commun avec le segment 4S contenu dans le domaine. Le prolongement de 4S au delà de S n'aura pas lui non plus de point en commun avec l'arc 20 puisqu'il en est séparé par la droite 12. Donc: la demi-droite formée par le prolongement du segment 34 au delà de 4, ne partagera pas l'arc 42 et n'aura pas de point en commun avec l'arc 20. En appliquant ce résultat aux indices immédiatement supérieurs on a: La demi-droite formée par le prolongement du segment 56 au delà de 6 ne partagera pas l'arc 64 et n'aura pas de point en commun avec l'arc 42. Elle ne

partagera donc pas l'arc 642. Or cette demi-droite contient le segment  $6S_1$  qui, par suite, ne partagera pas l'arc 5642. On voit en outre que ce segment n'aura pas de point en commun avec l'arc 135, car toutes les demi-droites qui partent de 6 et qui contiennent des points contenus dans ce dernier arc feront avec le segment 65 des angles moindres que  $\varepsilon$  et, par conséquent, aucune de ces demi-droites ne saurait avoir de point en commun avec le segment  $6S_1$ . Donc: Le segment  $6S_1$  ne partagera pas l'arc 5642 et n'aura pas de point en commun avec l'arc 135. Il sera donc situé dans le domaine limité par le segment 12 et par l'arc 12 et il n'aura pas de point en commun avec l'arc 20 qui n'est pas contenu dans ce domaine. Il résulte donc de notre raisonnement que la demi-droite formée par le prolongement du segment 56 au delà de 6 ne partagera pas l'arc 64 et n'aura pas de point en commun avec l'arc 420. On pourra poursuivre le raisonnement par voie d'analogie: la droite formée par le prolongement de 78 au delà de 8 ne partagera pas l'arc 86 et n'aura pas de point en commun avec l'arc 6420. Après induction complète on verra que la demi-droite formée par le prolongement du segment  $2n-1$ ,  $2n$  au delà de  $2n$  ne partagera pas l'arc  $2n$ ,  $2n-2$  et qu'elle n'aura pas de point en commun avec l'arc  $2n-2$ ,  $2n-4$ , ...  $2$ ,  $0$ . Quand  $n$  croît à l'infini, la demi-droite considérée convergera vers la demi-tangente en  $V$  du côté qui correspond à l'arc  $V \dots 420$ . Au sujet de cette demi-tangente on peut donc conclure qu'elle n'aura pas de point en commun avec son arc et aussi que la demi-tangente opposée n'aura pas non plus de point en commun avec son arc.

Comme nous avons vu en outre que toutes les demi-droites formées par le prolongement de 34 au delà de 4; de 56 au delà de 6; etc., rencontrent le segment 12 (aux points  $SS_1S_2 \dots$ ) il en suit que la demi-tangente en  $V$  de l'arc  $V \dots 420$  rencontrera également ce segment (il est vrai

qu'elle ne peut pas passer par l'un des points limite du segment). La tangente en  $V$  n'aura donc que le point  $V$  en commun avec l'arc  $135 \dots V \dots 420$  et elle aura les points 1 et 2 situés de côtés opposés. Il faut alors qu'en  $V$  elle partage l'arc en deux parties séparées situées de part et d'autre de la tangente; autrement dit: le point  $V$  est un point d'inflexion. Et notre démonstration du théorème 14 est faite.

*Théorème 15. — Étant donné un arc ordinaire plan ne contenant pas de segment et ayant trois, et rien que trois points:  $A, B, C$  en commun avec une droite déterminée  $l$ , et posé le cas que ces points se suivent sur l'arc aussi bien que sur la droite dans l'ordre indiqué; l'arc contiendra au moins un point d'inflexion.*

Ce théorème se laisse ramener au théorème précédent par la considération suivante: L'arc  $BC$  a ses points limite  $B$  et  $C$  situés sur  $l$ ; à cela près il est tout entier situé d'un côté de  $l$ . Toutes les demi-droites partant de  $A$  et contenant chacune un point au moins de l'arc  $BC$ , remplissent un angle convexe dont l'une des droites limite contient  $B$  et  $C$  tandis que l'autre, qui ne peut pas tomber sur  $l$ , l'arc  $BC$  n'ayant que les points  $B$  et  $C$  en commun avec  $l$ , doit être tangente en un point intérieur  $D$  de l'arc  $BC$ . Il peut y avoir plusieurs (peut-être même une infinité) de points de contact, et ces points de contact ne pouvant en tout cas pas former un ensemble de points au point limite  $A$ , il faut qu'un seul soit plus voisin de  $A$  que les autres, et ce point nous le désignerons par  $D$ .

Il se peut que l'arc  $ABD$  ait des points autres que  $A$  et  $D$  en commun avec le segment  $AD$ , mais en tout cas ces autres points ne sauraient avoir un point limite en  $D$ , aucun d'eux n'étant situé sur l'arc  $BD$ . Parmi les points de rencontre du segment  $AD$  avec l'arc  $AD$  nous prenons le plus voisin de  $D$ , sur l'arc, et nous le désignons par  $A_1$ . L'arc

$A_1BD$  et le segment  $A_1D$  constituent la frontière complète d'un domaine déterminé  $\mathcal{Q}$ . Le point  $C$  n'est pas situé sur la frontière de ce domaine; il n'est pas non plus situé à l'intérieur du domaine, car le prolongement du segment  $BC$  au delà de  $C$  n'a aucun point en commun avec la frontière du domaine. Il faut donc que  $C$  soit extérieur au domaine, et l'arc  $DC$ , issu d'un point  $D$  sur la frontière du domaine et n'ayant que ce point en commun avec la frontière, est nécessairement extérieur à  $\mathcal{Q}$ .

Il s'ensuit de là que la demi-tangente en  $D$  à l'arc  $A_1D$  contient  $A_1$  et, d'après le théorème 14, l'arc contiendra donc au moins un point d'inflexion. *C. Q. F. D.*

*Théorème 16. — Une courbe plane fermée (dépourvue de points doubles), qui se compose exclusivement de points ordinaires et qui ne contient pas de segment, sera ou convexe ou bien elle contiendra au moins deux points d'inflexion.*

En effet, dans le cas où la courbe n'est pas convexe, la frontière de son domaine convexe contiendra au moins un segment  $AB$  joignant deux points de la courbe; la courbe sera située tout entière d'un côté de  $AB$ , abstraction faite des points situés sur la droite. Et il se pourrait qu'en dehors de  $A$  et de  $B$  la courbe eût d'autres points en commun avec la droite, mais ces points ne formeraient nulle part un ensemble dense et on pourra donc toujours trouver sur la droite deux points de la courbe,  $M$  et  $N$ , tels que le segment  $MN$  ne contienne pas de points de courbe. Les points  $M$  et  $N$  limitent sur la courbe deux arcs  $\beta_1$  et  $\beta_2$ . La droite  $MN$  est tangente en  $M$  et en  $N$  à tous les deux arcs. Les demi-tangentes en  $M$  et en  $N$  à l'arc  $\beta_1$  ne sauraient être du même sens  $r_1$ , car, s'il en était ainsi, les demi-tangentes en  $M$  et en  $N$  à l'arc  $\beta_2$  seraient du sens  $r_2$ , opposé à  $r_1$ , ce qui entraînerait l'existence sur l'arc  $\beta_2$  d'un petit arc  $MM_1$  et d'un autre petit arc  $NN_1$  situés l'un au dedans l'autre au dehors du domaine limité par l'arc  $\beta_1$  et par le segment  $MN$ .

Dans cette hypothèse, l'arc  $M_1N_1$  rencontrerait soit  $\beta_1$  soit le segment  $MN$ , ce qui n'est pas possible. Les demi-tangentes, en  $M$  et en  $N$ , à  $\beta_1$ , sont donc nécessairement de sens contraires, et la même chose est vraie pour  $\beta_2$ . Il faut donc que dans l'un des deux arcs, dans  $\beta_1$  ou dans  $\beta_2$ , les demi-tangentes en  $M$  et en  $N$  contiennent respectivement  $N$  et  $M$ . Soit  $\beta_1$  l'arc en question. Alors  $\beta_1$  ne saurait avoir d'autres points que  $M$  et  $N$  en commun avec la droite  $MN$ . En effet, les autres points communs, s'il y en avait, devraient être sur le prolongement du segment  $MN$  et, par suite, les arcs  $\beta_1$  et  $\beta_2$  devraient se rencontrer. (Voir à la page 458 un raisonnement tout à fait analogue.) Appliquons maintenant le théorème 14, et la construction y impliquée, à l'arc  $\beta_1$ , et cela de deux manières, en nous basant d'abord sur la circonstance que la demi-tangente en  $M$  passe par  $N$ , pour trouver un premier point d'inflexion, ensuite nous en trouverons un autre en faisant valoir réciproquement le fait que la demi-tangente en  $N$  passe par  $M$ . Pour comprendre qu'en appliquant la construction employée au cours de la démonstration du théorème 14 on doit arriver à deux points d'inflexion différents sur  $\beta_1$  il faut considérer que l'un de ces points d'inflexion est situé sur un arc  $MM'$  tel que  $\beta_1$  se trouvera tout entier d'un côté de la droite  $MM'$ , et que l'autre point d'inflexion est situé sur un arc  $NN'$  qui remplit une condition analogue. Les deux segments  $MM'$  et  $NN'$  font partie de la frontière du domaine convexe de l'arc  $\beta_1$ , et, par conséquent, les arcs correspondants ne sauraient avoir des points communs. Les deux points d'inflexion sont donc nécessairement différents, et nous avons démontré que la courbe donnée, à moins d'être convexe, doit contenir au moins deux points d'inflexion.

Pour ce qui est des arcs non fermés nous allons démontrer le théorème suivant:

*Théorème 17.* — *Un arc ordinaire  $AB$  ne contenant pas de segment et n'ayant que les points  $A$  et  $B$  en commun avec*

*la droite  $AB$ , doit être convexe ou bien il doit contenir au moins un point d'inflexion.*

En effet, la frontière du domaine convexe de l'arc contient nécessairement le segment  $AB$ , et au cas où la frontière ne contient pas d'autre segment que celui-ci, l'arc sera convexe. Il s'agit maintenant de démontrer que dans le cas où la frontière contient un segment en dehors de celui qui joint  $A$  à  $B$ , l'arc aura au moins un point d'inflexion.

Il faut envisager deux cas: celui où le nouveau segment a des points limite différents de  $A$  et de  $B$  et celui où le dit segment part d'un de ces deux points.

1° Le nouveau segment  $MN$  a des points limite  $M$  et  $N$  différents de  $A$  et de  $B$ . — Admettons que  $M$  et  $N$  soient les seuls points que le segment ait en commun avec l'arc. Les points  $M$  et  $N$  limiteront sur la courbe fermée constituée par l'arc  $AB$  et le segment  $AB$  deux arcs  $\beta_1$  et  $\beta_2$  dont l'un contiendra le segment  $AB$ . A l'aide du raisonnement déjà employé dans la démonstration du théorème précédent, nous voyons que l'un des deux arcs, mettons que ce soit  $\beta_1$ , a, en  $M$  et en  $N$ , des demi-tangentes passant par  $N$  et par  $M$ , respectivement. Il s'ensuit que  $\beta_2$  sera extérieur au domaine limité par  $\beta_1$  et par le segment  $MN$ . Par conséquent, le domaine convexe de  $\beta_2$  coïncidera avec le domaine convexe de l'arc donné tout entier; donc,  $\beta_2$  contiendra le segment  $AB$ . Et  $\beta_1$ , qui, lui, ne contiendra pas de segment, aura, par suite de la situation des demi-tangentes ci-dessus indiquée, au moins deux points d'inflexion.

2° Soit  $AC$  le nouveau segment, — et supposons qu'il n'ait que les points  $A$  et  $C$  en commun avec l'arc, sans quoi le cas se laisserait aussitôt ramener à celui que nous venons de considérer. Le segment  $AC$  et l'arc  $AC$  limiteront alors un domaine qui ne contiendra aucun point de l'arc  $BC$  (abstraction faite de  $C$ ) et on voit, à l'aide du théorème 14, que l'arc  $AC$  doit contenir au moins un point d'inflexion.

Le théorème 17 est susceptible d'une extension, car nous pouvons démontrer le théorème suivant :

*Théorème 18. — Un arc ordinaire  $AB$  ne contenant pas de segment et non partagé par la droite  $AB$  (étant, par conséquent, situé tout entier d'un côté de cette droite, abstraction faite des points placés sur elle) sera convexe ou bien il contiendra au moins un point d'inflexion.*

En effet, les points qui sont communs à l'arc et à la droite  $AB$  ne forment nulle part un ensemble dense. On pourra donc toujours trouver un arc  $MN$  tel qu'il soit contenu dans l'arc donné et qu'il ait ses points limite situés sur la droite  $AB$  sans avoir d'autres points en commun avec cette droite. Dans le cas où l'arc  $MN$  ne contient pas de point d'inflexion il faut, d'après le théorème 17, qu'il soit convexe. Suivant la situation de  $M$  et de  $N$  par rapport à  $A$  et à  $B$  la démonstration envisagera trois cas différents.

1°  $M$  et  $N$  sont des points intérieurs de l'arc  $AB$  tels que cet arc se compose des trois arcs:  $AM$ ,  $MN$ ,  $NB$ . — La droite  $MN$  sera alors tangente, en  $M$  et en  $N$ , à l'arc convexe  $MN$ . Les demi-tangentes, en  $M$  et en  $N$ , à l'arc  $MN$  viendront sur le prolongement du segment  $MN$ . Le domaine limité par l'arc  $MN$  et le segment  $MN$  comprendra donc les arcs  $AM$  et  $NB$ . Au cas où l'arc  $AM$  n'a que les points  $A$  et  $M$  en commun avec la droite  $AB$ , il faut, d'après le théorème 14, que cet arc contienne au moins un point d'inflexion. Si, au contraire, il y a plusieurs points communs, on pourra en tous cas en prendre deux, consécutifs,  $P$  et  $Q$ , tels que l'arc  $PQ$  n'ait que ces deux points en commun avec la droite  $AB$ . D'après le théorème 17 cet arc contiendra au moins un point d'inflexion ou bien il sera convexe. Or cette dernière hypothèse impliquerait contradiction. En effet, l'un des points  $P$ ,  $Q$  est nécessairement point intérieur de l'arc  $AB$ ; supposons que ce point soit  $P$ ; la demi-tangente en ce point tomberait donc sur le prolongement du

segment  $QP$  ce qui entraînerait que le prolongement de l'arc  $QP$  au delà de  $P$  fût compris dans le domaine limité par l'arc  $QP$  et le segment  $QP$ ; mais cela est incompatible avec notre hypothèse d'après laquelle l'arc  $QP$  avec tout son domaine serait compris dans le domaine limité par l'arc  $MN$  et le segment  $MN$ . Donc: Dans le cas où  $M$  et  $N$  sont points intérieurs de l'arc  $AB$ , cet arc doit avoir au moins deux points d'inflexion (les arcs  $AM$  et  $BN$  contenant chacun un point d'inflexion au moins).

2°  $M$  tombe en  $A$ , tandis que  $N$  est point intérieur de l'arc  $AB$ . — En appliquant à l'arc  $BN$  le raisonnement ci-dessus exposé, on verra que ce dernier arc doit avoir au moins un point d'inflexion.

3°  $M$  tombe en  $A$ , et  $N$  vient en  $B$ . — Dans ce cas le théorème 18 se réduit au théorème 17; et la démonstration est faite.

Remarque. — Les théorèmes précédents ont tous été énoncés sous la réserve expresse que les arcs considérés ne contiennent pas de segment. Or, comme il résulte d'ailleurs déjà des raisonnements détaillés dont nous nous sommes servis pour démontrer les théorèmes fondamentaux 12 et 14, cette réserve est susceptible d'une atténuation assez considérable qu'on pourrait exprimer en caractérisant comme suit les diverses situations des segments éventuels par rapport à l'arc: Un segment  $MN$ , contenu dans un arc ordinaire donné mais ne faisant partie d'aucun autre segment contenu dans l'arc, est dit point convexe prolongé quand l'arc donné contient un arc  $M_1N_1$  tel qu'il comprenne  $M$  et  $N$  comme points intérieurs et qu'il soit situé tout entier d'un côté de la droite  $MN$  (abstraction faite du segment  $MN$ ); il est dit point d'inflexion prolongé quand l'arc donné contient un arc  $M_1N_1$  tel que  $M$  et  $N$  en soient points intérieurs et que cet arc  $M_1N_1$  lui-même soit situé, par rapport à la droite  $MN$ , de manière à ce que l'arc  $MM_1$  (abstraction faite de  $M$ ) se trouve tout entier d'un côté de la droite tandis que l'arc

$NN_1$  (abstraction faite de  $N$ ) est situé tout entier de l'autre côté de la droite; enfin le segment  $MN$  est dit point d'ondulation prolongé lorsque la droite  $MN$  a, en commun avec l'arc donné, une infinité de points qui, sans être situés sur le segment  $MN$ , ont  $M$  et  $N$ , ou en tout cas l'un de ces points, pour point limite. En introduisant ces dénominations on pourra omettre les réserves faites au sujet des théorèmes fondamentaux 12 et 14 (et des théorèmes qui en dérivent); on prendra les énoncés qu'ils contiennent, sur l'existence de points convexes ou de points d'inflexion, au sens large, c'est-à-dire: on admettra la possibilité que ces points convexes ou points d'inflexion soient prolongés. Cependant, cette généralisation des théorèmes doit être faite sous la réserve que l'arc considéré ne soit pas un simple segment.

Cette remarque s'applique également aux théorèmes qui suivent.

### § 6. Sur les courbes ayant un nombre fini de singularités.

Du théorème 16 se déduit immédiatement le théorème que voici:

*Théorème 19. Une courbe de Jordan fermée, qui se compose exclusivement de points ordinaires; qui ne contient pas de segment; et qui n'a pas de points d'inflexion, est nécessairement convexe.*

A l'aide du théorème 18 nous pouvons nous rendre compte des formes sous lesquelles peut se présenter un arc ordinaire  $AB$  n'ayant pas de points d'inflexion.

Au cas où le domaine convexe de l'arc n'a pas de segment contenu dans sa frontière, l'arc lui-même doit former une courbe convexe fermée. Si, au contraire, la dite frontière contient un segment  $MN$ , nous pouvons supposer que ce segment n'a que les points  $M$  et  $N$  en commun avec l'arc. Alors trois cas différents peuvent se présenter:

1°  $M$  et  $N$  coïncident avec  $A$  et  $B$ . — Dans ce cas, l'arc  $AB$  sera convexe (Théorème 18).

2° L'un des deux points,  $M$ , coïncide avec  $A$  tandis que  $N$  ne coïncide pas avec  $B$ . — L'arc donné se composera alors, d'après le théorème 18, d'un arc convexe  $AN$  et du restant de l'arc donné,  $NB$ . La droite  $AN$  sera tangente, en  $N$ , à ces deux arcs, et la demi-tangente, en  $N$ , à l'arc  $AN$  ne contiendra pas  $A$  tandis qu'au contraire la demi-tangente, en  $N$ , à l'arc  $NB$ , contiendra ce point. L'arc  $NB$  sera donc situé dans le domaine  $\mathcal{Q}$  que limitent l'arc  $AN$  et le segment  $AN$ , et on peut démontrer qu'il n'a que le seul point  $N$  en commun avec ce segment. D'abord il est clair que s'il existait un ensemble de tels points communs n'ayant pas de point limite en  $N$ , on serait à même de trouver, parmi eux, un point déterminé,  $N_1$ , plus voisin de  $N$ , sur l'arc, que les autres et alors l'arc  $NN_1$  contiendrait, d'après le théorème 14, un point d'inflexion. En second lieu, s'il existait un ensemble de points communs ayant un point de condensation en  $N$ , on pourrait trouver, dans cet ensemble, deux points  $N_1$  et  $N_2$  tels que l'arc  $N_1N_2$  n'eût que les points  $N_1$  et  $N_2$  en commun avec la droite  $AN$ . Il s'en suivrait que l'arc  $N_1N_2$  serait convexe et que conjointement avec le segment  $N_1N_2$  il limiterait un domaine contenant l'arc qui reste quand de l'arc donné on retranche l'arc  $N_1N_2$ ; mais cela serait en contradiction avec le résultat déjà obtenu d'après lequel l'arc  $BN$  et, par suite, l'arc  $N_1N$  seraient contenus dans le domaine  $\mathcal{Q}$ . Nous avons donc démontré que l'arc  $NB$  n'a que le point  $N$  en commun avec le segment  $AN$ .

Construisons maintenant le domaine convexe  $\mathcal{Q}_1$  de l'arc  $NB$ .  $\mathcal{Q}_1$  sera contenu dans  $\mathcal{Q}$  et n'aura que le point  $N$  en commun avec  $\mathcal{Q}$ . La frontière de  $\mathcal{Q}_1$  ne saurait contenir un segment joignant deux points de l'arc  $NB$ :  $P$  et  $Q$ , tous les deux différents de  $N$ . Supposons en effet qu'il en fût ainsi.

Alors l'arc  $PQ$  serait convexe, d'après le théorème 18, et toute la portion de l'arc donné qui reste quand on retranche l'arc  $PQ$ , devrait être contenue dans le domaine convexe limité par l'arc  $PQ$  et par le segment  $PQ$ ; ce qui est impossible, le dit domaine étant intérieur à  $\mathcal{Q}$ . Or, comme d'un côté la frontière de  $\mathcal{Q}_1$  contient nécessairement un segment au moins, l'arc  $NB$  n'étant pas fermé, et comme d'autre part elle ne peut contenir que des segments partant de  $N$ , nous en pouvons conclure que  $\mathcal{Q}_1$  ne saurait contenir sur sa frontière qu'un seul segment, lequel segment devra avoir en  $N$  un de ses points limite. Soit  $NN'$  ce segment, ayant  $N'$  situé sur l'arc  $NB$ . L'arc  $NN'$  sera alors convexe (toujours d'après le théorème 18) et le restant de l'arc,  $N'B$ , sera contenu dans  $\mathcal{Q}_1$  et n'aura que le point  $N'$  en commun avec le segment  $NN'$ . Ensuite nous construirons le domaine convexe  $\mathcal{Q}_2$  de l'arc  $N'B$ . Ce domaine sera limité par un arc convexe  $N'N''$  et par un segment  $N'N''$ ; il sera contenu dans  $\mathcal{Q}_1$ . On continuera de la sorte obtenant ainsi une série de domaines convexes  $\mathcal{Q}, \mathcal{Q}_1, \mathcal{Q}_2, \dots$  situés chacun dans le domaine précédent; et une série d'arcs  $AN, NN', N'N'' \dots$  limitant, conjointement avec les cordes correspondantes, les domaines indiqués. Au cas où la série des domaines est finie, l'arc considéré sera donc composé d'un nombre fini d'arcs convexes, et nous allons démontrer qu'il en sera toujours ainsi. Supposons en effet infinie la série des domaines  $\mathcal{Q}, \mathcal{Q}_1, \mathcal{Q}_2, \dots$ . La série de points  $AN'N''$  sur l'arc donné aurait alors un point limite déterminé  $N^{(\omega)}$ . Ce point limite serait point intérieur de tous les domaines  $\mathcal{Q}_r$  et, par suite, toutes les demi-droites qui partent de  $N^{(\omega)}$  et qui contiennent chacune un point de l'arc  $N^{(r-1)}N^{(r)}$  rempliraient un angle  $> 180^\circ$ . Or, si on faisait croître  $r$  à l'infini, ces demi-droites convergeraient vers une position limite déterminée qui serait la demi-tangente, en  $N^{(\omega)}$ , à l'arc  $AN^{(\omega)}$ . Donc notre hypothèse d'une série infinie de domaines n'est pas admissible.

3° Les points  $M$  et  $N$  sont différents de  $A$  et de  $B$ . — Supposons que  $M$  et  $N$  soient situés sur l'arc de manière à ce que  $AMNB$  soient des points consécutifs. Pour le cas qui nous occupe, il nous suffit d'ailleurs de savoir que les arcs  $MNB$  et  $NMA$  sont du même genre que ceux dont il s'agissait dans le cas précédent. Ici encore l'arc  $AB$  se compose d'un nombre fini d'arcs convexes. La forme de l'arc nous est connue grâce aux domaines  $\mathcal{Q}\mathcal{Q}_1 \dots$  dont il a été question plus haut. En parcourant dans un sens déterminé un arc ordinaire dépourvu de points d'inflexion on obtient une courbe spirale. Le mouvement en sens inverse peut donner une spirale similaire. Les tours des spirales sont composés d'un nombre fini d'arcs convexes. Donc :

*Théorème 20. Tout arc ordinaire plan, exempt de points d'inflexion et de segments, se compose d'un nombre fini d'arcs convexes rangés en spirale simple ou double.*

En d'autres termes: nous avons constaté que l'arc ordinaire plan le plus général, qui n'a pas de points d'inflexion, ne saurait avoir d'autres formes que celles indiquées déjà par MÆBIUS<sup>1</sup> pour un concept de courbe plus spécial mais dont, à vrai dire, il ne donnait pas de définition précise. Dans la suite, un développement plus précis des idées mœbiennes a été donné par KNESER<sup>2</sup> et, dernièrement, par l'auteur du présent mémoire<sup>3</sup>, qui les a étudiées à un point de vue plus large.

Du théorème 20 il s'ensuit immédiatement que tout arc ordinaire plan n'ayant pas de points d'inflexion, ni de segments, est coupé par toute ligne droite en un nombre fini de points. De là on déduit immédiatement que tout arc ordinaire plan exempt de segments et pourvu d'un nombre fini

<sup>1</sup> MÆBIUS, Über die Gestalt spärischer Curven, Leipz. Ber. 1848.

<sup>2</sup> KNESER, Gestalten ebener Kurven, Math. Ann. t. XXXXI, p. 358—59.

<sup>3</sup> Om Grundlaget for Læren om simple Kurver, Nyt Tidsskr. f. Mat. 1907, p. 16.

de points d'inflexion est coupé par toute ligne droite en un nombre fini de points. Donc, étant donné un arc ordinaire sans segments et ayant une infinité de points en commun avec une droite  $l$ , cet arc contiendra nécessairement une infinité de points d'inflexion. D'où nous pouvons déduire le théorème fondamental que voici :

*Théorème 21. — Tout point d'ondulation d'un arc ordinaire dépourvu de segments est nécessairement point limite d'un ensemble de points d'inflexion.*

En effet, tout voisinage du point d'ondulation contiendra une infinité de points d'inflexion.

Étant donnée une courbe plane (fermée ou non fermée) dépourvue de points doubles, supposons qu'en chacun de ses points se trouve, de part et d'autre du point, une tangente déterminée; supposons en outre que la courbe contienne un nombre fini de singularités simples (points de rebroussement, points anguleux, points d'inflexion) et qu'elle soit exempte de segments; alors la courbe se trouvera partagée par les points singuliers en un nombre fini d'arcs composés chacun d'un nombre fini d'arcs convexes. La courbe tout entière sera donc composée d'un nombre fini d'arcs convexes. Le même énoncé sera vrai encore si la courbe contient en outre un nombre fini de points doubles, en supposant la courbe construite par la représentation univoque et continue (mais non pas bi-univoque) d'un segment ou d'une circonférence, et par leurs voisinages respectifs.

Nous pouvons donc énoncer finalement le théorème fondamental suivant :

*Théorème 22. — Toute courbe plane qui a, en chacun de ses points, une tangente de part et d'autre<sup>1</sup>; qui ne contient qu'un nombre fini de singularités simples (points doubles, points de rebroussement, points anguleux, points d'inflexion); et qui*

<sup>1</sup> Aux points limite il n'y aura qu'une seule tangente.

*ne contient pas de segment, est nécessairement composé d'un nombre fini d'arcs convexes.*

D'où nous pouvons conclure ultérieurement que la tangente de chaque point varie généralement d'une façon continue et qu'en général chaque point a un cercle osculateur déterminé.

La classe de courbes que nous venons d'étudier, couvre le concept de courbe que supposent, plus ou moins implicitement, les recherches géométriques plus anciennes, celles de MÆBIUS par exemple ou celles de v. STAUDT. Dans cette catégorie de courbes rentrent les courbes réelles algébriques et, plus généralement, les courbes réelles analytiques régulières (cela ressort immédiatement du théorème 22). Mais aussitôt qu'on quitte le domaine des courbes analytiques, le concept ci-dessus indiqué ne tardera pas à se montrer trop étroit.

Parmi les études spéciales consacrées aux courbes composées d'un nombre fini d'arcs convexes, nous mentionnerons ici, en dehors de l'ouvrage ci-dessus cité de KNESER, les recherches intéressantes de C. JUEL sur les formes que peuvent présenter les courbes fermées de la classe indiquée (situées dans le plan projectif), dans les cas où le nombre de leurs points de rencontre avec une droite arbitraire ne dépasse pas 4<sup>1</sup>. Il est vrai que ces recherches sont d'ordre plutôt topologico-projectif qu'infinitésimal, les problèmes y discutés étant essentiellement ceux qui se posent déjà au sujet des polygones d'un nombre fini de côtés. En passant à des recherches géométriques nécessitant des transformations non collinéaires (ou qui du moins ne le sont que par domaines) on ne pourra plus en rester à cette classe spéciale de courbes.

<sup>1</sup> C. JUEL, Indledning i Læren om grafiske Kurver, Mém. de l'Acad. de Copenhague 1899, p. 1—90.

<sup>2</sup> — Om ikke-analytiske Kurver, Mém. de l'Acad. de Copenhague 1906, p. 297—355.

En effet, deux courbes quelconques composées d'un nombre fini d'arcs convexes peuvent avoir une infinité de points communs, et supposé qu'on fasse subir à deux courbes remplissant cette condition une transformation bi-univoque continue dans le plan et qu'on obtienne ainsi, pour l'une des courbes, une droite, l'autre se transformera en une courbe qui ne pourra pas être classée dans la catégorie considérée. Donc: même les transformations non collinéaires les plus simples (telles que l'inversion) nous font sortir de cette classe de courbes.

### § 7. Sur les arcs nulle part convexes.

Nous allons nous occuper des arcs qui se composent uniquement de points ordinaires et qui contiennent un ensemble, partout dense sur l'arc, de points d'inflexion. Cette propriété peut s'exprimer en disant qu'aucune partie de l'arc n'est convexe. Admettons au préalable que l'arc soit une courbe de Jordan,  $\alpha$ , c'est-à-dire une courbe fermée exempte de points doubles. Construisons le domaine convexe  $\Omega$  de l'arc et considérons le diagramme de ce domaine. Au sujet de ce diagramme nous avons déjà eu l'occasion de montrer, au cours d'un raisonnement précédent<sup>1</sup>, qu'il forme sur la courbe  $\alpha$  un ensemble de points parfait et nulle part dense. La frontière  $\beta$  de  $\Omega$  est constituée par des segments, joignant deux à deux les points consécutifs du diagramme, et par les points du diagramme;  $\beta$  aura une seule tangente déterminée en chacun de ses points et cette tangente variera d'une façon continue.

Parmi ces tangentes il y en aura qui contiendront deux points de diagramme. On les appelle les tangentes doubles du diagramme. Concernant ces tangentes doubles, nous pouvons montrer qu'elles constituent un ensemble de points partout dense dans la portion du plan qui est extérieure à  $\Omega$ , en

<sup>1</sup> Voir à la p. 454.

d'autres termes: il y aura des tangentes doubles coupant chaque petite aire  $\omega$  extérieure à  $\mathcal{Q}$ . En effet on peut mener d'un point quelconque,  $P$ , dans  $\omega$  deux tangentes à la frontière  $\beta$  de  $\mathcal{Q}$ ; de ces deux tangentes nous allons considérer une tangente déterminée. En faisant parcourir à  $P$  un segment situé dans  $\omega$  mais non contenu dans la tangente en question on pourra mener successivement, de  $P$  à  $\beta$ , des tangentes telles qu'elles constituent un ensemble continu. Parmi ces tangentes se trouveront nécessairement des tangentes doubles du diagramme; autrement les points de contact rempliraient un arc convexe, ce qui n'est pas admissible. Donc:

*Théorème 23.* — *Une courbe de Jordan ordinaire et nulle part convexe, qui ne contient pas de segment, aura un diagramme formant un ensemble de points parfait et nulle part dense, et les tangentes doubles du diagramme formeront un ensemble de points partout dense dans la portion du plan qui est extérieure au domaine convexe de la courbe.*

Considérons maintenant deux points consécutifs,  $A$  et  $B$ , du diagramme. Le segment  $AB$  est contenu dans la frontière de  $\mathcal{Q}$ ; il peut avoir d'autres points que  $A$  et  $B$  en commun avec  $x$ ; le nombre des points communs peut même être infini. Mais ces points formant un ensemble nulle part dense, il doit y avoir sur  $AB$  un ensemble dénombrable de segments ayant leurs points limite situés sur la courbe tandis qu'aucun de leurs points intérieurs ne saurait y être contenu. Soit  $MN$  un de ces segments. Nous savons alors, en vertu de raisonnements précédents, que  $M$  et  $N$  délimitent sur  $x$  un arc dont les demi-tangentes passent par  $N$  et par  $M$ , respectivement, et qui n'a que les points  $M$  et  $N$  en commun avec la droite  $MN$ . En construisant ensuite le domaine convexe  $\mathcal{Q}'$  de l'arc nous verrons tout d'abord que ce domaine est limité par le segment  $MN$  et par deux tangentes,  $MM'$  et  $NN'$ , à l'arc  $MN$  de sorte que les segments  $MM'$  et  $NN'$  n'ont pas de point intérieur sur l'arc.  $M'$  et  $N'$  ne sauraient coïncider,

les tangentes  $MM'$  et  $NN'$  étant différentes entre elles. Le restant de la frontière de  $\mathcal{Q}'$  se composera de segments joignant, chacun, deux points de l'arc  $M'N'$ . Le diagramme de  $\mathcal{Q}'$  sera donc constitué par les deux points  $M$  et  $N$  et par un ensemble de points, parfait et nulle part dense, sur l'arc  $M'N'$ . Les segments qui forment la frontière de  $\mathcal{Q}'$  constitueront un ensemble dénombrable. Les tangentes doubles du diagramme de l'arc  $M'N'$  coupent chacune des petites aires qui sont à la fois extérieures à  $\mathcal{Q}'$  et au domaine limité par les prolongements des segments  $M'M$  et  $N'N$  au delà de  $M$  et de  $N$ , et par le segment  $MN$ . Cela se démontre exactement de la même manière que dans le raisonnement ci-dessus concernant la courbe fermée. En faisant ensuite pour l'arc  $M'N'$  un raisonnement analogue à celui qu'on a fait relativement à l'arc  $MN$ , et ainsi de suite, on obtiendrait à l'aide d'un ensemble dénombrable de constructions de diagrammes une idée de la structure de la courbe.

Ce raisonnement nous servira pour montrer, d'abord, que la courbe contient nécessairement au moins un point d'ondulation et, ensuite, qu'elle contient un ensemble partout dense de points d'ondulation.

Prenons sur l'arc  $M'N'$  deux points  $M_1, N_1$  tels que le segment  $M_1N_1$  fasse partie de la frontière de  $\mathcal{Q}'$  et que, d'autre part, il ne contienne de l'arc  $M_1N_1$  que les points  $M_1$  et  $N_1$ . Alors l'arc  $MN$  sera situé tout entier d'un même côté de la droite  $M_1N_1$  (abstraction faite des points contenus dans cette droite) et la même chose aura lieu pour l'arc considéré par rapport à la droite  $MN$ . Les segments  $MN$  et  $M_1N_1$  seront donc côtés opposés d'un quadrilatère convexe; nous supposons les notations choisies de manière à ce que les points soient situés sur l'arc  $MN$  dans l'ordre que voici:  $MM_1N_1N$ .

Le point d'intersection  $S$  des droites  $MN$  et  $M_1N_1$  peut être supposé situé à une distance finie de l'arc  $MN$  (au cas

où elle ne le serait pas, on pourrait faire subir à la figure une simple transformation projective, ou bien on pourrait modifier légèrement la démonstration qui suit).  $S$  sera extérieur au domaine  $\mathcal{Q}'$  qui appartient à l'arc  $MN$  et, en même temps, extérieur au domaine limité par les prolongements des segments  $M'M$  et  $N'N$  au delà de  $M$  et de  $N$ , et par le segment  $MN$ . En plaçant autour de  $S$  une petite aire convexe,  $\omega$ , n'ayant pas de point en commun avec  $\mathcal{Q}'$  on est sûr de pouvoir trouver des tangentes doubles au diagramme appartenant à l'arc  $M_1N_1$  et dont les points de rencontre avec les droites  $MN$  et  $M_1N_1$  soient intérieurs à cette aire  $\omega$ . Soit  $M_2N_2$  une telle tangente double où  $M_2$  et  $N_2$  sont des points contenus dans l'arc  $M_1N_1$ , choisis de façon à ce que le segment  $M_2N_2$  n'ait pas de point en commun avec l'arc  $M_2N_2$ . On aura alors, en distribuant les notations de telle sorte que  $M_1, M_2, N_2, N_1$  se suivent sur l'arc dans l'ordre où nous les avons énumérés, les segments  $M_1N_1$  et  $M_2N_2$  comme côtés opposés d'un nouveau quadrilatère convexe; l'arc  $M_1N_1$  se trouvera tout entier d'un même côté de la droite  $M_1N_1$  (côté indiqué par  $M_2$  et  $N_2$ ) et aussi tout entier d'un même côté de la droite  $M_2N_2$  (du côté où sont  $M_1$  et  $N_1$ ), en faisant abstraction des points situés sur les droites en question. Les points  $M_2$  et  $N_2$  seront compris dans l'angle convexe en  $S$  dont les côtés contiennent respectivement les segments  $MN$  et  $M_1N_1$ ; il est clair que leur droite de jonction  $M_2N_2$  rencontrant les droites  $MN$  et  $M_1N_1$  à l'intérieur de l'aire  $\omega$ , rencontre nécessairement les segments  $MM_1$  et  $NN_1$ . Continuons de même: choisissons sur l'arc  $M_2N_2$  deux points  $M_3, N_3$  tels que la droite  $M_3N_3$  soit tangente double au diagramme de l'arc  $M_2N_2$  et coupe les droites  $M_1N_1$  et  $M_2N_2$  à l'intérieur de l'aire  $\omega$ . En appliquant les notations de manière à ce que les points  $M_2M_3N_3N_2$  se trouvent situés sur l'arc dans l'ordre où nous les avons énumérés, on aura un quadrilatère convexe  $M_2M_3N_3N_2$ , et la droite  $M_3N_3$  ren-

contrera les segments  $M_1M_2$  et  $N_1N_2$ . Elle rencontrera en outre les segments  $MM_1$  et  $NN_1$ ; nous allons le démontrer. La droite  $M_2N_2$  rencontre, en  $P$  et en  $Q$ , les segments  $MM_1$  et  $NN_1$ .  $M_3$  et  $N_3$  sont situés de telle sorte que leur droite de jonction rencontre le segment  $M_1M_2$  et ne rencontre pas  $M_2P$  (l'intersection de  $M_3N_3$  et de  $M_2N_2$  étant intérieure à  $\omega$  et ne tombant pas, par conséquent, sur le segment  $M_2P$ ); elle coupera donc nécessairement le segment  $M_1P$  et, par suite, le segment  $MM_1$ . Une démonstration analogue fait voir qu'elle coupe nécessairement le segment  $N_1Q$  et, par conséquent,  $NN_1$ .

Par des raisonnements analogues nous obtenons une série de segments  $MN$ ,  $M_1N_1$ ,  $M_2N_2$ ,  $M_3N_3$  . . . où nous aurons soin de choisir toujours les notations de manière à ce que les points se trouvent situés sur l'arc dans l'ordre suivant:

$$MM_1M_2 \dots N_2N_1N,$$

et où nous saurons que la droite  $M_nN_n$  coupera, pour tout indice  $n \geq 2$ , les segments  $MM_1$ ,  $M_1M_2$ ,  $M_2M_3$  . . .  $M_{n-2}M_{n-1}$  et  $NN_1$ ,  $N_1N_2$  . . .  $N_{n-2}N_{n-1}$ .

En supposant maintenant différents les points limites respectifs  $U$  et  $V$  des deux séries, on pourrait raisonner comme il suit: Les deux segments  $M_nN_n$  et  $M_{n+1}N_{n+1}$  devraient être, pour toute valeur de  $n$ , côtés opposés d'un quadrilatère convexe et l'arc  $M_nN_n$  serait situé, par rapport à la droite  $M_nN_n$ , du même côté que le segment  $M_{n+1}N_{n+1}$  et, par rapport à la droite  $M_{n+1}N_{n+1}$ , du même côté que le segment  $M_nN_n$  (en faisant les mêmes abstractions que plus haut). Or, les deux côtés opposés  $M_nN_n$  et  $M_{n+1}N_{n+1}$  du quadrilatère convergeant nécessairement vers le segment  $UV$ , l'arc  $M_nN_n$  convergerait également vers ce segment quand  $n$  croîtrait à l'infini, en d'autres termes: l'arc  $UV$  serait un segment de droite, ce qui n'est pas admissible. Il faut donc que les séries en question  $MM_1M_2 \dots$  et  $NN_1N_2 \dots$  aient un point limite commun, et un seul. Touchant ce point limite commun,  $U$ ,

nous allons démontrer qu'il est nécessairement un point d'ondulation. La situation du point  $U$  sur l'arc est la suivante:

$$MM_1M_2 \dots U \dots N_2N_1N.$$

La tangente en  $U$  est position limite de la droite  $M_nN_n$ ,  $n$  croissant à l'infini (Théorème 8).

La droite  $M_nN_n$  rencontre les segments  $MM_1$  et  $NN_1$ ,  $M_1M_2$  et  $N_1N_2 \dots M_{n-2}M_{n-1}$  et  $N_{n-2}N_{n-1}$ ; par conséquent sa position limite, la tangente en  $U$ , rencontre également chacun des segments (en un point intérieur ou en un point limite). Il s'ensuit que la tangente contient un point au moins de chacun des arcs correspondants,  $MM_1$  et  $NN_1$ ,  $M_1M_2$  et  $N_1N_2$ , etc., et comme deux quelconques de ces arcs n'ont pas de point commun à moins d'être consécutifs, la tangente en  $U$  aura une infinité de points en commun avec l'arc  $MN$ . Donc,  $U$  est un point d'ondulation. Nous voyons en outre que chacune des demi-tangentes en  $U$  a une infinité de points en commun avec l'arc considéré.

Et comme nous pouvons démontrer à l'aide d'un raisonnement analogue que tout arc contenu dans la courbe donnée contient nécessairement au moins un point d'ondulation, la courbe elle-même contiendra un ensemble partout dense de points d'ondulation. En ce qui concerne les courbes non fermées on pourra se servir du même raisonnement avec constructions successives de diagrammes, comme il a été indiqué ci-dessus. Donc:

*Théorème 24. — Tout arc ordinaire ne contenant pas d'arc convexe présentera un ensemble partout dense de points d'inflexion et un ensemble partout dense de points d'ondulation.*

Étant donné un arc ordinaire coupant une droite  $l$  en un nombre infini de points, tout point limite de ces derniers sera un point d'ondulation ayant  $l$  pour tangente. Par contre, un arc ordinaire n'ayant pas une infinité de points en commun avec une droite, ne contiendra pas de point d'ondulation et, d'après le théorème 24, un tel arc contiendra,

dans chacun de ses intervalles, des arcs convexes. Que si nous supposons l'arc considéré construit par la représentation univoque et continue d'un segment  $PQ$ , les arcs convexes qu'il contient correspondront à des segments déterminés contenus dans  $PQ$  et formant, par conséquent, un ensemble dénombrable. Les arcs convexes indiqués formeront donc également un ensemble dénombrable. Donc :

*Théorème 25. — Tout arc ordinaire n'ayant une infinité de points en commun avec aucune droite, se compose d'un ensemble fini ou dénombrable d'arcs convexes et des points limite de ceux-ci.*

Il va sans dire que cet énoncé est vrai aussi pour tout arc ordinaire ne contenant pas de points d'ondulation, ou bien qui n'en contient qu'un ensemble nulle part dense sur l'arc.

Il résulte en outre du raisonnement ci-dessus qu'étant donné un arc ordinaire tel que chacun de ses points a au moins une demi-tangente qui n'a pas une infinité de points en commun avec l'arc, cet arc se composera d'un ensemble fini ou dénombrable d'arcs convexes.

La construction d'arcs contenant un ensemble partout dense de points d'inflexion et, partant, un ensemble partout dense de points d'ondulation n'est pas difficile; on n'a qu'à prendre un arc représenté dans un système de coordonnées rectangulaires par une équation de la forme  $y = f(x)$ , où  $f(x)$  est une fonction réelle, uniforme, continue qu'on aura définie pour un interval déterminé et qui remplit cette condition que  $f'(x)$  soit finie et déterminée pour toute valeur dans l'intervalle considéré tandis que  $f''(x)$  n'existe pour aucune valeur de cet intervalle. Un tel arc ne peut pas contenir d'arc convexe car, d'après le théorème de Lebesgue, l'hypothèse contraire entraînerait qu'en général  $f''(x)$  existât dans l'intervalle correspondant à l'arc convexe.

D'après ce qui précède tout arc ordinaire peut se construire par la combinaison d'arcs convexes formant un ensemble fini

ou dénombrable et d'arcs nulle part convexes formant un ensemble fini ou dénombrable.

### § 8. Sur la variation de la tangente.

Toute tangente à un arc ordinaire est position limite d'une série de tangentes au même arc. Considérons en effet la tangente en  $A$ ,  $a$ ; elle est position limite des droites joignant  $A$  à une série de points sur l'arc,  $A_1A_2\dots$ , ayant  $A$  pour point limite. Or on pourra toujours trouver, sur l'arc  $AA_n$ , un point  $A'_n$  tel que sa tangente  $a'_n \neq AA_n$ , et comme la droite  $AA_n$  converge vers  $a$  et que  $a'_n$  est toujours  $\neq AA_n$  en même temps qu'elle passe par un point  $A'_n$  convergeant vers  $A$ ,  $a'_n$  aussi convergera nécessairement vers  $a$ , et la démonstration est faite.

Il est vrai qu'en règle générale il existera, en dehors de  $a$ , d'autres positions limites des séries de tangentes dont les points de contact forment une série ayant  $A$  pour point limite. Cependant, nous pouvons démontrer le théorème suivant :

*Théorème 26. — Étant donné un arc  $AB$ , ordinaire en tous les points qui sont différents de  $A$ , et supposé qu'il existe une position limite déterminée, commune à toutes les tangentes dont les points de contact convergent vers  $A$ , cette position limite,  $a$ , sera tangente en  $A$ , et la tangente variera en  $A$  d'une façon continue.*

En effet, si nous choisissons, sur l'arc  $A_1A_2\dots$ , une série fondamentale au point limite  $A$ , on pourra trouver sur l'arc  $AA_n$ , un point  $A'_n$  tel que sa tangente  $a'_n \neq AA_n$ .  $a'_n$  aura une position limite déterminée quand  $n$  grandit indéfiniment. Or, la droite  $AA_n$  aura la même position limite; et le théorème est démontré.

A l'aide d'une transformation projective, ou bien en modifiant légèrement le texte de la démonstration, on verra que ce théorème s'applique également au cas où  $A$  est un point situé à l'infini. Donc: Étant donné un arc contenant un

point situé à l'infini et supposé que tous les autres points de l'arc soient ordinaires, et que la tangente converge, en un point variable  $P$  de l'arc, vers une position limite déterminée, quand  $P$  converge vers  $A$ , — cette position limite sera asymptote de l'arc.

*Théorème 27.* — *Étant donnée une tangente à un arc ordinaire laquelle varie d'une façon continue en son point de contact  $P$ , cette tangente sera position limite de la droite de jonction de deux points  $Q$  et  $R$  convergeant sur l'arc vers  $P$  d'une manière arbitraire.*

En effet, il existe sur l'arc  $QR$  un point  $S$  dont la tangente  $s \neq QR$ , et du moment que  $Q$  et  $R$  convergent vers  $P$ ,  $S$  y convergera également;  $s$  convergera alors vers la tangente en  $P$  et, par conséquent, la droite  $QR$  convergera vers cette tangente.

Supposons réciproquement un arc tel que la droite de jonction entre deux points variables de l'arc,  $Q$  et  $R$ , converge vers une position limite déterminée quand  $Q$  et  $R$  convergent, d'une manière arbitraire, vers un point déterminé,  $P$ , de l'arc, et supposons que la chose ait lieu pour tout point  $P$  de l'arc; alors l'arc sera nécessairement ordinaire et il aura, en chacun de ses points, une tangente variant de façon continue. En effet, les droites  $PQ$  et  $PR$  ont des positions limite déterminées de sorte que nous avons en  $P$  des demi-tangentes déterminées. Ces demi-tangentes sont nécessairement de sens contraires (voir la remarque de la page 448), donc  $P$  est un point ordinaire. Et la tangente doit varier de façon continue, car les sécantes de l'arc  $QR$  ayant une oscillation infiniment petite quand  $Q$  et  $R$  convergent vers  $P$ , la même chose doit être vraie pour les tangentes.

Tout arc ordinaire dont la tangente varie d'une façon continue ayant ceci de particulier que dans le voisinage d'un point  $P$  de l'arc l'oscillation des sécantes est infiniment petite, on pourra toujours délimiter autour de  $P$  un arc  $AB$  assez

petit pour n'être coupé qu'en un point au plus par les droites d'une direction déterminée quelconque qui ne soit pourtant pas parallèle à la tangente en  $P$ . Dans un système de coordonnées  $XY$  où l'axe  $Y$  aura été choisi parallèle à la direction considérée, l'arc  $AB$  pourra être représenté par une équation de la forme :  $y = f(x)$ , où  $f(x)$  sera uniforme et différentiable et où  $f'(x)$  sera continue.

En choisissant deux points  $M$  et  $N$  non contenus dans la tangente en  $P$  et dont la droite de jonction ne passe pas par  $P$ , on pourra toujours délimiter, autour de  $P$ , un arc assez petit pour qu'aucune sécante de l'arc ne passe par  $M$  ni par  $N$  et tel que la droite  $MN$  ne le rencontre pas. En opérant, en  $M$  et en  $N$ , deux projections centrales des points de l'arc, on obtiendra deux faisceaux de droites correspondant d'une manière bi-univoque, d'où il résulte immédiatement que l'arc est rectifiable.

### § 9. Sur les sécantes limites de courbes de Jordan arbitraires.

Considérons, sur un arc de Jordan  $AB$ , un point intérieur  $P$ . Admettons préalablement que par  $P$  se laisse mener au moins une droite  $l$  n'ayant que le point  $P$  en commun avec une portion déterminée  $P_1P_1'$  de l'arc donné, laquelle portion d'arc contient  $P$  comme point intérieur. Supposons en outre que  $l$  divise l'arc  $P_1P_1'$  en deux parties distinctes  $PP_1$  et  $PP_1'$  séparées par la droite. Si nous projetons l'arc  $PP_1$  de  $P$ , les demi-droites projetantes rempliront un angle convexe situé tout entier d'un côté de  $l$ , en ce sens qu'il pourra toutefois être limité par  $l$ . Toute demi-droite issue de  $P$  et située à l'intérieur de cet angle convexe rencontrera l'arc  $PP_1$  en une infinité de points ayant  $P$  pour point limite. De manière analogue on peut déterminer un ensemble de demi-droites par rapport à l'arc  $PP_1'$ . Les deux groupes de demi-droites

s'appelleront respectivement les demi-tangentes de l'un ou de l'autre côté de  $l$ .

Prenons deux points  $Q$  et  $R$  situés sur l'arc chacun de son côté de  $P$ ; faisons converger  $Q$  et  $R$  vers  $P$ ; la droite  $QR$  aura nécessairement des positions limites comprises dans l'angle adjacent et supplémentaire de l'angle formé par les positions limite possibles des demi-droites  $PQ$  et  $PR$ . Les positions limite de  $QR$  s'appellent *sécantes limite* en  $P$ . Les sécantes limite en  $P$  se trouvent donc comprises dans l'angle complet le plus petit possible qui contienne les demi-tangentes de part et d'autre de  $l$ .

En adoptant, sur l'arc, un sens (positif) déterminé, chaque sécante  $QR$  aura un sens positif déterminé, correspondant au premier. Et chacune des sécantes limite aura également un sens positif.

Jusqu'ici nous avons supposé qu'il existait une droite  $l$  n'ayant qu'un point unique  $P$  en commun avec le voisinage de  $P$  et divisant ce voisinage en deux parties séparées par la droite. Au cas où une telle droite n'existerait pas, toute droite passant par  $P$  deviendrait sécante limite.

Étant donnée une droite  $l$  passant par un point  $P$  d'un arc  $AB$  et ayant le voisinage du point situé tout entier d'un même côté (abstraction faite du point contenu dans la droite), cette droite sera nécessairement une sécante limite. A l'aide de cette observation il est facile de généraliser les théorèmes 9 et 10 jusqu'à faire prendre à ce dernier la forme que voici:

*Théorème 28. — Étant donné un arc plan  $AB$  situé dans un domaine convexe  $\mathcal{Q}$ , on pourra mener par tout point  $P$  du prolongement du segment  $AB$  au delà de  $\mathcal{Q}$ , une sécante limite de l'arc.*

Il en résulte spécialement qu'étant donné un arc  $AB$  n'ayant que les points  $A$  et  $B$  en commun avec la droite  $AB$ ,

on pourra mener de chacun des points situés sur le prolongement du segment  $AB$  une sécante limite de l'arc.

Supposons maintenant donné un arc  $AB$  tel qu'il existe au moins un point  $O$ , situé dans le plan, par lequel il ne soit pas possible de mener une sécante limite de l'arc, et examinons la situation de l'arc par rapport à ce point.

Menons, de  $O$ , par l'un des points limite de l'arc,  $A$ , une demi-droite. Cette demi-droite ne sera pas une sécante limite; par conséquent, l'arc qui part de  $A$  sera, dans la première partie de son parcours, situé tout entier d'un même côté de la droite  $OA$ , et les sécantes limite orientées qui correspondent au sens  $AB$  sur l'arc, doivent être, en ce qui concerne  $A$ , orientées du même côté par rapport à  $OA$ ; leurs orientations détermineront donc un même sens dans le plan autour du point  $O$ . La droite  $OA$  rencontre l'arc  $AB$  en un nombre fini de points (pour que le nombre fût infini il faudrait que  $OA$  fût sécante limite en tous les points limite des points de rencontre). Supposons qu'en parcourant l'arc dans le sens  $AB$  nous rencontrions, après  $A$ , un autre point d'intersection  $P_1$  avec la droite  $OA$ .  $P_1$  ne saurait être situé sur la demi-droite  $OA$ , car s'il l'était, l'arc  $AP_1$  aurait, d'après le théorème 28, une sécante limite partant de  $O$ . Il faut donc que  $P_1$  soit sur le prolongement du segment  $OA$  au delà de  $O$ . L'arc  $AP_1$  et le segment  $AP_1$  limitent un domaine  $\mathcal{Q}_1$  formé par tous les segments qui joignent  $O$  aux points de l'arc  $AP_1$ , ces segments ayant en commun avec l'arc: un seul point limite et pas du tout de points intérieurs (théorème 28). Prenons un point  $Q$  de l'arc  $AP_1$ ; la demi-droite  $OQ$  aura  $QA$  d'un côté et l'arc  $QP_1$  de l'autre. Les sécantes limite orientées en  $Q$ , qui correspondent au sens  $AB$ , détermineront toujours, dans le plan autour de  $O$ , le même sens que déterminent les sécantes limites orientées au point de départ  $A$ . Prolongeons l'arc  $AP_1$  au delà de  $P_1$  jusqu'en une intersection suivante avec la droite  $OA_1$ ;  $P_2$  qui

ne peut pas être sur la demi-droite  $OP_1$ , doit tomber sur la demi-droite  $OA$  soit entre  $O$  et  $A_1$  soit sur le prolongement du segment  $OA$  au delà de  $A$ . Admettons le premier des deux cas (le second pouvant aisément être solutionné de façon analogue). L'arc  $P_1P_2$ , avec ses sécantes limite orientées, détermine, autour de  $O$ , le même sens que déterminait le premier arc considéré; conjointement avec le segment  $P_1P_2$  il limite un domaine  $\Omega_2$  formé de segments joignant  $O$  aux points de l'arc.  $\Omega_2$  est séparé de  $\Omega_1$  par la droite  $OA$ . Si nous prolongeons l'arc au delà de  $P_2$ , le prolongement passera nécessairement dans le domaine  $\Omega_1$  où il se poursuivra jusqu'à ce qu'il arrive éventuellement à une nouvelle intersection  $P_3$ , située celle-là entre  $O$  et  $P_2$ , etc. Quant au parcours de l'arc, il tournera en spirale autour de  $O$  jusqu'en  $B$ . Les sécantes limite orientées qui correspondent au sens  $AB$ , détermineront toujours le même sens dans le plan autour de  $O$ . Nous pouvons donc énoncer ceci :

*Théorème 29. — Étant donné un arc  $AB$  n'ayant pas de sécante limite passant par le point  $O$ , toutes les sécantes limite orientées qui correspondent à un sens déterminé sur l'arc, détermineront toujours le même sens dans le plan autour du point  $O$ . D'où :*

*Théorème 30. — Étant donné un arc orienté où deux sécantes limite orientées déterminent, aux points  $P$  et  $Q$ , des sens opposés dans le plan autour d'un point donné  $O$ , l'arc  $PQ$  aura nécessairement au moins une sécante limite passant par  $O$ .*

De ce théorème nous pouvons faire une application spéciale et importante à l'arc ordinaire, où sécante limite et tangente sont synonymes.

En modifiant légèrement le raisonnement précédent on pourra l'appliquer au cas où le point  $O$  est situé à l'infini. On obtient alors le théorème suivant :

*Théorème 31. — Les sécantes limite orientées d'un arc*

*orienté, forment un ensemble de directions tel que deux directions y figurant, toutes les directions intermédiaires y figureront*<sup>1</sup>.

Une application très spéciale de ce théorème est représentée par la proposition bien connue énonçant que pour passer d'une de ses valeurs à une autre une fonction dérivée doit passer par toutes les valeurs intermédiaires<sup>2</sup>.

De la recherche ci-dessus exposée il résulte en outre qu'étant donnée une courbe de Jordan n'ayant pas de sécantes limite passant par un point déterminé  $O$ , situé dans le plan, il faut, d'abord, que  $O$  soit à l'intérieur du domaine limité par la courbe, et, ensuite, que toute droite passant par  $O$  rencontre la courbe en deux points et en deux points seulement.

### § 10. Sur les courbes ayant un nombre fini de sécantes limite passant par chaque point du plan.

Un groupe de courbes particulièrement intéressant est celui des courbes n'ayant qu'un nombre fini de sécantes limite passant par chacun des points situés dans le plan. Cette propriété implique, comme nous allons le voir, une restriction remarquable de la notion de courbe. D'abord, il faut pour qu'elle ait lieu que tous les points de la courbe soient ordinaires, autrement un nombre infini de sécantes limite passeraient par chacun des points. Donc la courbe est ordinaire.

Ensuite, la tangente en chaque point  $P$  de la courbe doit varier d'une façon continue. La démonstration se fait à l'aide du théorème 31. Mettons en effet que la tangente ne varie pas de façon continue. On pourrait alors trouver dans le voisinage de  $P$  une série de tangentes n'ayant pas la tangente  $p$  en  $P$  pour position limite et ayant une autre position

<sup>1</sup> En disant qu'une direction est intermédiaire entre deux autres directions nous entendons exprimer ce fait qu'une demi-droite orientée dans la direction dite intermédiaire est comprise dans un angle convexe dont les côtés sont des demi-droites représentant les deux autres directions.

<sup>2</sup> Voir, par exemple, LEBESGUE, Leçons sur l'Intégration, Paris 1904, p. 89.

limite  $p_1$  passant par  $P_1$ . En supposant maintenant toutes les tangentes orientées conformément à un sens de parcours déterminé sur la courbe,  $p$  et  $p_1$  seraient deux droites de sens déterminés (en tout cas on pourrait toujours prendre, parmi les tangentes ayant  $p_1$  pour position limite, un ensemble de tangentes orientées ayant une position limite orientée déterminée). Or, d'après le théorème 31 il existerait alors, pour chaque direction intermédiaire, une infinité de tangentes parallèles à cette direction autour de  $P$ , ce qui serait en contradiction avec l'hypothèse d'après laquelle il passerait par chaque point un nombre fini de sécantes limite et, par conséquent, un nombre fini de tangentes. Il ne faut pas attacher de l'importance à ce fait que nous avons choisi un point à l'infini; nous aurions tout aussi bien pu choisir un point situé dans l'un des angles compris entre  $p$  et  $p_1$  de sorte que les sens de parcours, autour du point indiqués par  $p$  et  $p_1$  fussent contraires, — et appliquer ensuite le théorème 30.

Puis, nous allons démontrer que la courbe ne contient pas de point d'ondulation. En effet, si  $P$  était un point d'ondulation, l'une au moins des demi-tangentes en  $P$  aurait une infinité de points en commun avec le voisinage de  $P$  et on pourrait, d'après le théorème 10, mener une infinité de tangentes au voisinage de  $P$ , ce qui serait contraire à l'hypothèse admise.

Enfin on peut démontrer qu'au cas où la courbe ne contient pas de segment, la position limite de l'intersection entre la tangente en un point fixe  $P$  de la courbe et la tangente en un point mobile  $P_1$  convergeant vers  $P$ , c'est le point  $P$ . On sait, en effet, que  $P_1$  convergeant vers  $P$  suivant un sens déterminé sur l'arc, la tangente en  $P_1$ , orientée conformément à ce même sens finira toujours par déterminer le même sens dans le plan autour de  $P$ ; autrement on pourrait, d'après le théorème 30, mener une infinité de tangentes de

$P$  au voisinage de  $P$ . En outre, on peut trouver une série de tangentes telles que leur point de rencontre avec la tangente  $p$  en  $P$  converge vers  $P$ . On a recours pour cela au domaine convexe de l'arc  $PP_1$ , cet arc étant supposé situé tout entier d'un même côté de  $p$  (abstraction faite du point  $P$ ). Ce domaine est nécessairement limité par un arc convexe partant de  $P$  et ayant, en  $P$ , la même demi-tangente que l'arc donné  $PP_1$ . L'arc convexe aura une infinité de points intérieur en commun avec l'arc donné de sorte que  $P$  sera point limite de ces points communs; en tous ces points communs les deux arcs auront même tangente. En prenant donc, parmi ces points, une série fondamentale  $Q_1 Q_2 \dots$  ayant  $P$  pour point limite, les tangentes en  $Q_1, Q_2, \dots$  couperont  $p$  en une série convergeant vers  $P$ . Si maintenant il était possible de choisir, sur l'arc donné  $PP_1$ , une série fondamentale  $R_1 R_2 \dots$  ayant  $P$  pour point limite et telle que les tangentes en  $R_1, R_2, \dots$  coupassent  $p$  en une série ne convergeant pas vers  $P$  mais vers un autre point limite  $S$ , il existerait un point  $T$  par lequel passerait une infinité de tangentes à l'arc  $PP_1$ . Choisissons en effet un point  $T$  sur le prolongement de  $PS$  au delà de  $S$ . Les tangentes orientées, en  $Q_n$  et en  $R_n$ , indiqueraient toujours, pour  $n$  supérieur à certaine valeur limite, des sens opposés autour de  $T$ , et nous aurions, passant par  $T$ , une infinité de tangentes à l'arc  $PP_1$ . Remarquons en outre que l'intersection entre la tangente fixe en  $P$  et la tangente mobile en  $P_1$  finira par se maintenir d'un même côté de  $P$ .

Nous avons donc le théorème suivant :

*Théorème 32. — Étant donné un arc plan ne contenant pas de segment, et posé le cas que le plan ne contienne pas de point par où passe une infinité de sécantes limites, l'arc donné est nécessairement un arc ordinaire. La tangente varie de façon continue en chacun des points de l'arc et l'intersection entre chaque tangente et la tangente consécutive coïncide tou-*

*jours avec le point de contact de la première des deux tangentes. L'arc est coupé par toute droite en un nombre fini de points et se compose par conséquent d'un nombre fini ou d'un ensemble dénombrable d'arcs convexes et de leurs points limites. Ajoutons que le voisinage d'un point arbitraire  $P$  sur l'arc est coupé par chacune des demi-droites issues de  $P$  en un point au plus qui diffère de  $P^1$ . C'est là une conclusion qu'on peut tirer du fait qu'il n'est pas possible de mener une infinité de tangentes de  $P$  au voisinage de ce point.*

L'arc ordinaire ayant un nombre fini de tangentes passant par chacun des points situés dans le plan est donc coupé par toute droite en un nombre fini de points. La réciproque n'est pas vraie; en choisissant par exemple sur un arc de cercle une série fondamentale monotone  $P_1 P_2 \dots$  ayant  $P$  pour point limite, on pourra construire des arcs  $P_1 P_2, P_2 P_3, \dots$  inscrits aux segments de cercle que limitent les arcs de cercle  $P_1 P_2, P_2 P_3 \dots$  et les cordes correspondantes, de manière à ce que chacun des arcs construits soit coupé par une droite arbitraire en un nombre fini déterminé ( $\overline{2}k$ ) de points et que l'ensemble de ces arcs constitue un arc ordinaire. Il sera facile de disposer ces arcs de façon à ce qu'on puisse mener de  $P$  des tangentes à tous les arcs et, par conséquent, une infinité de tangentes à l'arc ordinaire ainsi déterminé qui, lui, ne pourra être coupé par une droite qu'en  $2k$  points au plus, aucune droite ne pouvant couper plus de deux des segments de cercle en question. A l'aide de constructions analogues on démontre aisément que les arcs ordinaires coupés par une droite arbitraire en un nombre fini de points n'ont pas nécessairement partout des tangentes variant d'une façon continue.

Rattachons finalement au théorème 32 le théorème suivant:

<sup>1</sup> Cette propriété a été énoncée sous la forme d'un postulat général par v. Staudt (Geom. d. Lage, p. 74)

*Théorème 33. — Étant donné un arc ordinaire n'offrant pas une série d'une infinité de tangentes parallèles entre elles, la tangente variera d'une façon continue en chaque point de l'arc, et l'arc lui-même sera nécessairement coupé par toute droite en un nombre fini de points.*

Pour démontrer que la variation de la tangente est continue, on se servira de la même application du théorème 31 qui a été employée dans la partie correspondante de la démonstration du théorème 32. Que l'arc soit coupé par toute droite en un nombre fini de points, on peut l'inférer de ce fait que dans le voisinage d'un point d'ondulation il doit toujours y avoir une infinité de tangentes parallèles à la tangente du point.

#### **Remarque finale.**

Dans ce qui précède, nous n'avons considéré que des courbes situées dans une région bornée du plan, mais il va sans dire qu'à l'aide de transformations projectives nos définitions et théorèmes peuvent être immédiatement généralisés jusqu'à devenir valables pour le plan projectif tout entier. De là résulte ultérieurement que le principe de dualité s'applique à tous nos raisonnements, de sorte que les théorèmes dont nous venons de démontrer la validité par rapport aux courbes, se laissent traduire immédiatement en des théorèmes relatifs à des ensembles de droites dans le plan qui correspondent de façon bi-univoque et continue aux points d'une circonférence ou d'un arc de cercle. Des théorèmes sur les courbes et leurs tangentes se trouveront ainsi transformés en théorèmes sur les systèmes continus de droites et sur leurs points caractéristiques, c'est-à-dire sur les intersections des droites consécutives du système. Mais, en général, l'ensemble formé par de tels points caractéristiques ne sera pas continu et ne formera donc pas de courbe au sens propre du terme.

Des théorèmes particulièrement intéressants sur ce genre de systèmes continus de droites s'obtiennent en appliquant le principe de dualité aux théorèmes 22, 25, 29, 30, 32. Nous nous dispenserons toutefois d'exposer ces développements dans le détail attendu que les applications en question n'offrent rien de nouveau au point de vue du principe.

---

### Table des Matières.

	Page
Introduction .....	433
§ 1. Le domaine convexe d'un ensemble de points .....	437
§ 2. Les arcs rectifiables .....	442
§ 3. L'arc ordinaire .....	446
§ 4. Extensions du théorème de la valeur moyenne .....	450
§ 5. Sur l'existence de points convexes et de points d'inflexion ...	452
§ 6. Sur les courbes ayant un nombre fini de singularités .....	470
§ 7. Sur les arcs nulle part convexes .....	476
§ 8. Sur la variation de la tangente .....	483
§ 9. Sur les sécantes limite de courbes de Jordan arbitraires .....	485
§ 10. Sur les courbes ayant un nombre fini de sécantes limite passant par chaque point du plan .....	489
Remarque finale .....	493

## BRINTENS MOLEKULARSTRØMNING GENNEM RØR OG VARMETRAADSMANOMETRET

AF

MARTIN KNUDSEN.

### I. Indledning.

I et tidligere Arbejde<sup>1</sup> har jeg undersøgt Lovene for en Luftarts Strømning gennem et cirkulært cylindrisk Rør. Ved den teoretiske Udledning af Strømningsformlen for det Tilfælde, at Rørets Radius er forsvindende lille i Sammenligning med Luftmolekulernes Middelvejtlængde, gik jeg ud fra den Forudsætning, at naar et Molekul træffer en fast Væg, vil det tilbagekastes i en Retning, der er fuldstændig uafhængig af den Retning, i hvilken det nærmer sig Væggen, samt at Molekulerne udsendes fra Væggen efter  $\cos$ . Loven. Skønt Rigtigheden af denne Tilbagekastningslov ikke blev modsagt ved de udførte Maalinger, er der dog Mulighed for en mindre Afvigelse fra Loven, thi Trykmaalingerne udførtes med Mc. LEODS Manometer, med hvilket man især paa Grund af Kapillardepression og Temperaturveksling ikke kan opnaa nogen stor procentisk Nøjagtighed. Desuden kan man ved dette Manometer ikke frigøre sig fra Kvægsølv dampene, og selv om deres Indflydelse paa Forhaand maa anses for at være ringe<sup>2</sup>, er det dog muligt, at deres Tilstedeværelse i nogen Grad har haft Indflydelse paa Resultaterne.

<sup>1</sup> M. Knudsen: Ann. d. Phys. 28, 1909, p. 75.

<sup>2</sup> Discussion by Martin Knudsen and Willard J. Fisher, Phys. Rev. Vol. XXXI, No. 5, Nov. 1910, p. 586.

At et Luftmolekuls Tilbagekastningsretning kan ventes at afhænge af dets Indfaldsretning, har MAXWELL<sup>1</sup> taget Hensyn til i sine Beregninger ved at antage, at af hver Fladeenhed af det faste Legeme vil en Brøkdel  $f$  tilbagekaste de indfaldende Molekuler, som om de kom fra en Luftmasse i Hvile (absorberet and evaporated gas), medens Resten  $1-f$  af Fladeenheden tilbagekaster spejlende. Af KUNDT og WARBURGS Forsøg slutter MAXWELL, at  $f$  er ca.  $\frac{1}{2}$ . Denne Slutning er imidlertid kun rigtig under Forudsætning af, at Glidningskoefficienten staar i omvendt Forhold til Trykket, hvor lille dette end bliver, eller hvor stor Middelveljængden  $\lambda$  end bliver i Sammenligning med Rørets Radius  $R$ . At Glidningskoefficienten med tilstrækkelig Nøjagtighed kan sættes omvendt proportional med Trykket, saa længe  $\lambda$  er lille i Sammenligning med  $R$ , fremgaar med fuld Sikkerhed af KUNDT og WARBURGS Arbejde, men paa den anden Side fremhæver disse Forfattere, at Luftlagenes Hastighed varierer paa en ret indviklet Maade med Afstanden fra Væggen. Man er derfor ikke berettiget til at sætte Glidningskoefficienten proportional med Middelveljængden ved Strømning gennem et Rør, hvis Radius er mindre end eller af samme Størrelsesorden som Middelveljængden.

At der atter kan ventes simple Forhold, naar Rørets Radius bliver forsvindende i Sammenligning med Middelveljængden, er ogsaa fremhævet af KUNDT og WARBURG, og alene ved den eksperimentelle Undersøgelse af dette Tilfælde, vil man være i Stand til at give paalidelige Oplysninger om Størrelsen af den MAXWELLSKE Koefficient  $f$ .

Af mine tidligere Strømningsforsøg kan man slutte, at  $f$  ikke kan være ret meget forskellig fra 1, og der vilde neppe have været Grund til at tvivle om den absolute Rigtighed af den Tilbagekastningslov, som jeg har opstillet paa Basis af de nævnte Forsøg, hvis Forsøgene over den molekulære Varmeledningsevne ikke havde vist, at Luftmolekulerne tilbagekastes

<sup>1</sup> C. Maxwell: Phil. Trans. 1879, p. 251.

fra en fast Væg med Hastigheder, som i betydelig Grad afhænger af de Hastigheder, hvormed de nærmer sig Væggen. Naar dette gælder Hastighedernes Størrelse, kan man meget vel tænke sig, at noget tilsvarende gælder for Hastighedernes Retning.

Det har været min Opgave, at undersøge dette nøjere og samtidig at give en Prøve paa, hvor fortræffeligt et Maal for Trykket man har i Varmeafgivelsen fra en tynd Wollastontraad, der opvarmes elektrisk.

Hr. Cand. mag. SOPHUS WEBER maa jeg takke for fortrinlig Assistance og *Carlsbergfondet* for en Bevilling til Instrumenter.

## II. Apparat og Maalinger.

Undersøgelsen udførtes med Brint, den Luftart, hvis Accommodationskoefficient er mest forskellig fra 1. Strømningsrøret var et 29,81 cm langt Glasrør, der var glat afskaaret i begge Ender. Ved Kalibrering og Udvejning med Kvægsølv fandtes dets Middelradius lig 0,009729 cm og dets Modstand (l. c. p. 76)  $W = 9,698 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}$ . Røret fæstedes lufttæt med Picein i et videre Glasrør, hvormed to Glaskolber var forbundne. Kolberne kunde desuden sættes i direkte Forbindelse med hinanden ved et andet vidt Rør med Hane, saa en tilstedeværende Trykforskel kunde udjævnes praktisk talt momentant. Den ene Glaskolbe var forbundet med en Gaedepumpe og kunde afspærres derfra ved en Hane, den anden Glaskolbe var forbundet med et Varmetraadsmanometer<sup>1</sup> og med et Pipettesystem<sup>2</sup>, som tjente til Justering af Manometret. Hver af Kolberne var desuden forsynede med nedadbøjede Siderør, som nedsattes i flydende Luft for at fjerne Kvægsølv dampene.

Apparatet fæstedes i et Metalstativ, hvorefter Rumfangene af hver af de to Glaskolber med tilhørende Rørstykker be-

<sup>1</sup> M. Knudsen: Vid. Selsk. Oversigt, 1911, Nr. 2, p. 181.

<sup>2</sup> M. Knudsen: Vid. Selsk. Oversigt, 1910, Nr. 3, p. 284.

stemtes ved Vejning med Vand. Der fandtes  $V_1 = 2976,7 \text{ cm}^3$  og  $V_2 = 2749,8 \text{ cm}^3$ .

Stativet med Kolber, Strømningsrør og Varmetraadsmanometer nedsattes i et Vandbad, som ved Termostat og Omrører holdtes paa næsten konstant Temperatur nær ved Stuetemperaturen. Badets Temperatur var gennemsnitlig  $26,25^\circ$  og Variationerne højst  $0,05^\circ$ .

Wollastontraaden holdtes under Trykmaalingerne paa konstant Temperatur ved elektrisk Opvarmning. Dens Temperatur, som bestemtes af dens Modstand, var ved alle Maalingerne  $74,977^\circ$ . Modstanden maales ved Wheatstones Bro, og da endvidere Spændingsforskellen mellem Traadens Ender maales med Kompensationsapparat, kunde den i Sekundet udviklede Varmemængde bestemmes. Ved at dividere denne Varmemængde med Temperaturforskellen mellem Traaden og Badet, hvis Temperatur maales med et Beckmann Termometer, faas Størrelsen  $q$ , hvis Afhængighed af Trykket bestemtes ved Hjælp af Pipettesystemet.

Ved denne Justering pumpedes Apparatet saa tomt som muligt (ca.  $0,1 \text{ Dyn/cm}^2$ ), Kvægsølvampene blev udfrosne og Varmemængden  $q$  maalt. Dernæst fyldtes ved Hjælp af Pipettesystemet en kendt Mængde Brint i Apparatet og  $q$  maales igen o. s. v.

I følgende Tabel er Resultatet af Justeringen opført, idet  $q$  er proportional med Traadens Varmeafgivelse pr. Sek. Grad og  $p$  det ved Pipettesystemet bestemte Tryk i  $\text{Dyn/cm}^2$ .

$q =$	0,2641	0,3446	0,4241	0,5028	0,5811	0,6586	0,7357
$p =$	0,000	5,059	10,099	15,120	20,122	25,106	30,070
$\frac{dq}{dp} =$	0,01591	0,01577	0,01567	0,01565	0,01555	0,01553	0,01549

$q =$	0,8123	0,8885	0,9640	1,0390	1,1138	1,1883
$p =$	35,016	39,943	44,851	49,740	54,611	59,464
$\frac{dq}{dp} =$	0,01549	0,01546	0,01538	0,01534	0,01536	0,01535.

Man ser af Tabellen, at  $q$  meget nær forandrer sig proportionalt med Trykket. Den regelmæssige Variation i  $\frac{dq}{dp}$  skyldes, at Varmeafgivelsen gennem Traadens Ender ikke varierer lineært med Trykket.

Den Brint, som ved denne Justering blev bragt ind i Apparatet, anvendtes nu til Strømningsforsøg I, idet Hanen, som sætter Beholderne  $V_1$  og  $V_2$  i direkte Forbindelse, lukkes og  $V_2$  udpumpes. Umiddelbart derefter maales Trykket  $p_1$  i  $V_1$  og Tiden, som aflæses paa et Pendulur, noteres. Den næste Maaling bliver foretaget ca. 15 Timer senere, naar Trykforskellen er faldet til ca.  $\frac{2}{3}$  af den oprindelige. Den sidste Trykmaaling toges ca. 2 Døgn efter den første.

Efter at de tre Trykmaalinger med tilhørende Tidspunktsbestemmelser var foretaget under Strømningen, aabnedes Hanen mellem de to Kolber, hvorved den resterende Trykforskel udjævnedes, og Middeltrykket  $\bar{p}$  maales. Apparatet henstod derpaa i to Døgn og Trykket maales 5 Gange for at undersøge, hvorvidt Trykket havde holdt sig konstant og for at faa en Prøve paa den Nøjagtighed, med hvilken Trykmaalingerne kunde gentages med længere Tids Mellemrum. Mellem to paa hinanden følgende Maalinger forløb ca. 12 Timer.

Gentagelserne gav følgende Værdier for Trykket  $\bar{p}$  angivet i Dyn/cm<sup>2</sup>

$$p \quad 32,26 \quad 32,34 \quad 32,33 \quad 32,30 \quad 32,34$$

Af Middeltrykket  $\bar{p}$  og de under Strømningen observerede Tryk  $p_1$  i den ene af Kolberne beregnedes  $T$  af Formlen (l. c. p. 83)

$$T = - \frac{\Delta \log \text{nat} (p_1 - \bar{p})}{\tau} \frac{V_1 V_2}{V_1 + V_2},$$

hvor  $T$  er den Luftmængde maalt ved Produktet af Rumfang og Tryk, som under Trykforskellen 1 ved stationær Strømning passerer gennem Røret i hvert Sekund. Angives Tiden  $\tau$  mellem to Bestemmelser af  $p_1$  i Timer i Stedet for Sekunder og

indsættes Talværdierne for Rumfangene  $V_1$  og  $V_2$ , bliver Formlen med Benyttelse af Brigg's Logaritmer

$$T = - 0,91426 \frac{\Delta \log_{10} (p_1 - p)}{\tau \text{ Timer}}$$

Med Benyttelse af denne Formel bestemtes i Forsøg I to Værdier for  $T$ , af hvilke den første gælder for en stor Trykforskel, den anden for en lille.

Paa ganske lignende Maade foretoges de øvrige Forsøg II, III og IV ved højere Middeltryk, i det man ved Manometrets Justering benyttede et ca. 30 Gange saa stort Begyndelsestryk i Pipettesystemet som ved Forsøg I.

Resultaterne af de udførte Maalinger er opført i følgende Tabel, i hvilken Trykkene  $p_1$  og  $\bar{p}$  er opgivne i Dyn/cm<sup>2</sup> og Tidsdifferenserne  $\tau$  i Timer.  $q$  er proportional med Manometertraadens Varmeafgivelse pr. Sec. og pr. Grads Temperatur-differens.

Forsøg I Middeltryk ( $q = 0,7696$ )  $p = 32,26$

$q$	$p_1$	$\tau$	$T$	$q$	$p_1$	$\tau$	$T$
1,1854	59,28	13,391	0,01147	1,1831	59,13	13,615	0,1152
1,0522	50,60	30,641	0,01155	1,0485	50,36	30,626	0,1154
0,8859	39,78			0,8845	39,69		

Forsøg II Middeltryk  $\bar{p} = 133,5$

$p_1$	$\tau$	$T$
254,3		
204,2	19,208	0,01125
165,7	28,897	0,01109

Forsøg III Middeltryk  $\bar{p} = 520,2$

$p_1$	$\tau$	$T$
970,0		
955,8	23,309	0,01102
631,2	27,268	0,01096

Forsøg IV Middeltryk  $p = 970,2$

$p_1$	$\tau$	$T$
1842,9		
1433,9	22,155	0,01133
1207,4	23,761	0,01120

### III. Diskussion af Maalingsresultaterne.

Den i min tidligere Afhandling anførte Strømningsformel (l. c. p. 78) kan gives den sædvanlige Form

$$T = \frac{\pi}{8} \frac{1}{\eta} \frac{R^4}{L} \bar{p} \left( 1 + \frac{4}{R} \zeta \right), \quad (1)$$

hvor Forholdet mellem Glidningskoefficienten  $\zeta$  og Middelvej-  
længden  $\lambda$  er bestemt ved Ligningerne

$$\frac{\zeta}{\lambda} = 1,05 - \frac{1}{5 + \frac{\lambda}{R}} \quad \text{og} \quad \bar{p} \lambda = \sqrt{\frac{\pi}{8}} \frac{1}{0,30967} \frac{\eta}{\sqrt{\rho_1}}.$$

Indsættes i Ligning (1) de opgivne Rørdimensioner  $R$  og  $L$ ,  
og sættes Brintens Vægtfylde ved  $26,25^\circ$  og  $1 \text{ Dyn/cm}^2$  Tryk  
 $\rho_1 = 80,343 \cdot 10^{-12}$  og dens Gnidningskoefficient  $\eta = 898,6 \cdot 10^{-7}$ ,  
kan man beregne  $T$  for hver af de til Forsøgene benyttede  
Middeltryk  $\bar{p}$ .

I følgende Tabel findes en Sammenstilling mellem de saa-  
ledes beregnede ( $T$  beregnet) og de i det foregaaende maalte  
( $T$  iagttaget) Værdier for den under Trykforskellen 1 gennem-  
strømmende Luftmængde  $T$ .

$\bar{p}$ .....	32,26	133,5	520,2	970,2
$T$ iagttaget.....	0,0115	0,0111	0,0110	0,0112
$T$ beregnet.....	0,0114	0,0111	0,0110	0,0113

Man ser, at de iagttagne og de beregnede Værdier stem-  
mer saa godt overens, som man kan vente af Trykbestem-  
melsernes Nøjagtighed. Hermed er det vist, at Formel (1), der  
er identisk med min tidligere opstillede Strømningsformel,  
passer med Forsøgene, hvoraf atter følger, at Forholdet mel-  
lem Glidningskoefficienten og Middelvejlængden ikke kan være  
konstant, men tiltager med aftagende Tryk.

Er  $\lambda$  forsvindende i Sammenligning med  $R$ , giver Formlen,  
at  $\frac{\zeta}{\lambda} = 0,85$ , medens man for  $R$  forsvindende i Sammenligning  
med  $\lambda$  faar  $\frac{\zeta}{\lambda} = 1,05$ . Forandringen er følgelig saa betydelig,  
at den kunde maales med stor Sikkerhed. Denne Forandring  
kan ikke skyldes Kvægsølv damp, som anført af W. J. FISHER,  
da Kvægsølv dampene under de her beskrevne Maalinger var  
udfrosne med flydende Luft.

Ved Forsøg I var Middelvejlængden 65 Gange saa stor  
som Rørets Radius, og man maa derfor paa Forhaand vente,  
at den i dette Tilfælde fundne Værdi for  $T$  ikke kan være

synderlig forskellig fra den Værdi, som beregnes under Forudsætning af, at  $R$  er forsvindende i Sammenligning med  $\lambda$ . Den teoretiske Strømningsformel giver under Forudsætning af, at den MAXWELLSKE Koefficient  $f$  sættes lig med 1, at  $T = 0,0115$ , den samme Værdi, som fandtes ved Forsøget. Har  $f$  en Værdi, der er forskellig fra 1, har man i Følge MAXWELL (l. c.), at den gennemstrømmende Luftmængde  $T_f$  er  $\frac{2}{f} - 1$  Gange saa stor som  $T$ , der er den gennemstrømmende Luftmængde, naar  $f = 1$ . Hvis f. Eks.  $f$  var 0,98, skulde den observerede Værdi for  $T$  have været fundet lig 0,0120, og en saa stor Fejlbestemmelse betragter jeg som udelukket.

Som man ser af Tabellen, varierer  $T$  saaledes med Middetrykket, at  $T$  har en Minimumsværdi ved et Tryk i Nærheden af 500 Dyn/cm<sup>2</sup>. I Overensstemmelse hermed har alle Forsøgene undtagen I givet en større Værdi for  $T$ , naar Trykforskellen er stor end naar den er lille. Ved Forsøg I, hvor Trykket er saa lille, at  $T$  varierer lineært med Trykket, skulde man vente at finde samme Værdi for  $T$  ved store som ved smaa Trykforskelle.

Som Resultat af Undersøgelsen kan anføres, at den i Begyndelsen anførte Tilbagekastningslov har vist sig i Overensstemmelse med Erfaringen.

SUR LE MOUVEMENT DE LA PLANÈTE (624) HECTOR  
(= 1907 XM) DU GROUPE JUPITÉRIEN

PAR

E. STRÖMGREN et J. FISCHER-PETERSEN

Le numéro 4177 des *Astronomische Nachrichten* (18 mai 1907) contient les résultats de mon calcul de l'orbite de la planète 1907 XM, dénommée par la suite (624) Hector :

Époque 1907 févr. 10·0 T. m. de Berlin.

$$(I) \quad \left. \begin{aligned} M &= 335^{\circ} 47' 12\text{.}3 \\ \omega &= 183 51 51\text{.}9 \\ \Omega &= 341 58 24\text{.}9 \\ i &= 18 7 16\text{.}9 \\ \varphi &= 2 8 23\text{.}6 \\ \mu &= 292\text{.}5842 \end{aligned} \right\} 1907\text{.}0$$

$$\text{Log } a = 0\text{.}722504$$

Pour 1910·0, ce système d'éléments donne :

Époque 1907 févr. 10·0 T. m. de Berlin.

$$(I') \quad \left. \begin{aligned} M &= 335^{\circ} 47' 12\text{.}3 \\ \omega &= 183 51 51\text{.}0 \\ \Omega &= 342 0 56\text{.}6 \\ i &= 18 7 18\text{.}3 \\ \varphi &= 2 8 23\text{.}6 \\ \mu &= 292\text{.}5842 \end{aligned} \right\} 1910\text{.}0$$

$$\text{Log } a = 0\text{.}722504$$

Il s'agit donc évidemment d'une planète d'orbite coïncidant approximativement avec celle de Jupiter. De ce groupe inté-

ressant de planètes jupitériennes la première, (588) Achille, fut signalée par Berberich (A. N. 4081, 4088); depuis, — en dehors d'Hector — l'existence de deux autres planètes du même type, 1907 VY = (617) Patrocle et 1908 CS = (659) Nestor, a été établie respectivement par V. Heinrich (Cf. A. N. 4181) et M. Ebell (A. N. 4248, 4252). Toutes les quatre planètes ont été découvertes à Kœnigstuhl.

De l'opposition d'Hector en 1907 il existe 8 observations s'étendant du 10 février au 19 avril; pendant l'opposition de 1908, la planète fut observée 14 fois depuis le 29 février jusqu'au 3 mai; en 1909, 2 fois: au 15 et au 19 avril.

Dans le but de préparer les observations de l'opposition en 1911, j'ai entrepris, en collaboration avec M. J. Fischer-Petersen, une détermination d'orbite, basée sur les observations faites en 1907, 1908, 1909, en tenant compte des perturbations produites par Jupiter et Saturne. Je vais résumer ici les résultats obtenus.

Les données relatives à l'opposition de 1907 sont tirées directement de mes calculs publiés dans le n° 4177 des A. N. Les résidus en longitude et en latitude y indiqués, qui proviennent de la comparaison des observations avec le système d'éléments I, donnent les valeurs suivantes pour les résidus d'ascension droite et de déclinaison:

1907.

		T. m. de B. — Aberr.	$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$
Kœnigstuhl	Févr.	10 53476	— 0 <sup>''</sup> 2	+ 2 <sup>''</sup> 4
"	Mars	3 33664	— 2.1	+ 0.8
Vienne		7 45711	— 1.1	+ 1.7
"		11 40443	+ 0.1	+ 0.8
"		21 46348	— 0.1	— 0.8
"	Avril	12 45555	+ 2.3	+ 0.2
"		16 35982	0.0	0.0
"		19 40905	+ 2.9	+ 7.0

Les deux tableaux qui suivent contiennent les résultats des observations effectuées en 1908 et en 1909 (Cf. A. N. 4293, 4310, 4346; Monthly Notices t. LXX, p. 246; Bulletin Astronomique t. XXV, p. 366). Les valeurs de la distance géocentrique, d'où sont déduits le temps d'aberration et la parallaxe, ont été empruntées aux éphémérides qu'on trouvera plus loin.

1908.

	T. m. de B. — Aberr.	$\Delta a$	$\Delta \delta$	Parallaxe	$a$ géoc.	$\delta$ géoc.	*
Vienne	29-53074	<sup>m</sup> +1 23.31	-1 30.4	<sup>s</sup> +0.01	<sup>h</sup> 11 37 37.80	-2 17 44.4	1
»	3-48111	-0 12.21	+1 37.5	+0.01	36 2.29	14 36.8	1
Nice	23-43461	-1 42.12	+0 29.7	-0.02	24 57.99	-1 46 35.1	2
Greenwich	23-48507			0.00	24 56.28	46 29.6	
Rome	30-37987	+0 9.01	+1 44.1	-0.03	21 19.34	35 31.1	3
Greenwich	31-47826			+0.01	20 46.31	34 11.2	
Nice	4-37203	+2 9.02	-2 38.3	-0.04	18 53.15	28 30.5	4
»	6-45610	+1 11.36	+0 17.7	+0.02	17 55.55	25 34.5	4
Greenwich	7-46132			+0.01	17 28.34	24 12.2	
Nice	8-41345	+0 19.15	+2 54.6	0.00	17 3.31	22 57.6	4
Vienne	23-40343	-3 3.50	+1 34.2	+0.03	11 39.01	7 21.8	5
»	24-36300	-3 19.18	-2 14.0	+0.01	11 23.30	6 45.0	5
Rome	2-40825	-0 5.26	+0 15.3	+0.05	9. 37.39	3 58	6
»	3-43127	-1 2.16	-9 45.7	+0.07	11 9 27.17	-1 2 58.7	7

1909.

Königstuhl	15-49514	+0.01	+2.0	13 17 32.43	-25 45 56.0
»	19-42326	-0.03	+2.0	13 15 14.58	-25 38 39.9

## Étoiles de comparaison.

*	Autorité	$\alpha$ 1908-0	$\delta$ 1908-0	Réd. au l. app.	
1	A. G. Nic. + A.G. Strassb.	<sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup> 13.74	<sup>°</sup> -2 <sup>'</sup> 16 <sup>"</sup> 11.1	<sup>s</sup> (+ 0.74	<sup>"</sup> - 4.5)
2	M <sub>2</sub> 3919 + Gött 2875	26 39.25	-1 47 0.2	+ 0.88	- 6.1
3	A. G. Nic. 3252	21 9.50	37 10.3	+ 0.86	- 6.4
4	A. G. Nic. 3232	16 43.33	25 47.2	+ 0.84	- 6.5
				+ 0.84	- 6.5
				+ 0.83	- 6.5
5	A. G. Nic. 3223	14 41.76	8 51.2	+ 0.72	- 6.3
				+ 0.71	- 6.3
6	comp. avec A. G. Nic. 3209	9 41.99	-1 3 16.4	+ 0.61	- 6.0
7	A. G. Nic. 3213	11 10 28.65	-0 53 8.4	+ 0.61	- 5.9

Ces observations ont été comparées avec les deux éphémérides ci-dessous données. Les écarts (obs. — calcul) étant trop considérables dans ces deux oppositions pour que la solution n'ait pas un caractère provisoire, nous nous sommes contentés de donner à nos calculs une exactitude de centièmes de minute d'arc.

## Éphéméride 1908.

12<sup>h</sup> T. m. de Berlin.

Dates	$\alpha$	$\delta$	$\log r$	$\log \Delta$
Févr. 17	176° 2' 56	- 2° 31' 79	0.70608	0.62329
21	175 34 69	30 09		
25	175 5 01	27 46	0.70610	0.61757
29	174 33.80	23 96		
Mars 4	174 1 40	19.71	0.70613	0.61379
8	173 28.19	14.81		
12	172 54.55	9.40	0.70615	0.61200
16	172 20 87	- 2 3.62		
20	171 47.50	- 1 57.60	0.70618	0.61235
24	171 14.80	51.44		
28	170 43 12	45.27	0.70621	0.61477
Avril 1	170 12.77	39.23		
5	169 44.09	33 45	0.70625	0.61915
9	169 17.39	28.06		
13	168 52 91	- 1 23.18	0.70629	0.62529

Dates	$\alpha$	$\delta$	$\log r$	$\log \Delta$
Avril 17	168° 30'85	-1° 18'91		
21	168 11:37	15:32	0.70633	0.63294
25	167 54:62	12:48		
29	167 40:70	10:47	0.70637	0.64181
Mai 3	167 29:71	9:38		
7	167 21:69	9:24	0.70641	0.65160
11	167 16:68	10:08		
15	167 14:66	-1 11:93	0.70646	0.66204

Éphéméride 1909.

12<sup>h</sup> T. m. de Berlin.

Dates	$\alpha$	$\delta$	$\log r$	$\log \Delta$
Mars 22	203° 16'06	-26° 16'23	0.70987	0.62966
30	202 12:90	18:05	0.71000	0.62439
April 7	201 4:53	13:64	0.71013	0.62089
15	199 54:01	-26 3:54	0.71026	0.61927
23	198 44:51	-25 48:52	0.71039	0.61960
Mai 1	197 39:29	29:74	0.71052	0.62184
9	196 41:15	-25 8:53	0.71065	0.62595
17	195 52:00	-24 46:14	0.71079	0.63168

En comparant ces éphémérides avec les observations, on obtient le résultat suivant :

			T. m. B. - Aberr.	$\alpha$ de l'Éphém.	$\delta$ de l'Éphém.	O.-C. $\Delta \alpha \cos \delta$	$\Delta \delta$
Vienne	1908	Févr.	29.53074	174° 33'55	-2° 23'93	-9.09	+6.19
»		Mars	3.48111	174 9:74	20.86	-9.16	+6.25
Nice			23.43461	171 23:42	-1 53:09	-8.92	+6.51
Greenwich			23.48507	171 23:01	53:01	-8.94	+6.52
Rome			30.37987	170 28:67	42:41	-8.84	+6.89
Greenwich			31.47826	170 20:38	40:75	-8.80	+6.56
Nice		Avril	4.37203	169 51:99	35:05	-8.70	+6.54
»			6.45610	169 37:51	32:13	-8.62	+6.55
Greenwich			7.46132	169 30:74	30:76	-8.66	+6.56
Nice			8.41345	169 24:45	29:48	-8.62	+6.52
Vienne			23.40343	168 3:05	13:87	-8.30	+6.51
»			24.36300	167 59:10	13:21	-8.28	+6.46
Rome		Mai	2.40825	167 32:42	9:58	-8.07	+6.48
»			3.43127	167 29:87	-1 9:39	-8.08	+6.41
Königstuhl	1909	Avril	15.49514	199 54:05	-26 3:55	-27.86	+17.62
»			19.42326	199 19:60	-25 56:73	-27.91	+18.07

L'observation de 1908 mars 30 ne s'accorde pas avec les autres en déclinaison. La supposition que le  $\Delta\delta$  donné par l'observateur (A. N. 4293) est faussé de  $20''$ , a été confirmée par une lettre de M. le Dr Zappa; malheureusement cette communication nous est parvenue trop tard pour être utilisée. L'observation en question a donc été laissée de côté dans le calcul qui suit.

Les autres observations se réduisent en lieux normaux comme le montre le tableau suivant:

L. N.	N. des Obs.		T. m. de B. — Aberr.	O. — C.		Poids
				$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$	
I	1	1907	Févr. 10.53476	0.00	+ 0.04	1
II	3		Mars 7.39939	0.02	+ 0.02	3
III	1		21.46348	0.00	- 0.01	1
IV	3		Avril 16.07481	+ 0.03	+ 0.04	3
V	2		1908	Mars 2.00592	- 9.12	+ 6.22
VI	3	26.13265		- 8.89	+ 6.53	3
VII	4	Avril 6.67572		- 8.65	+ 6.54	4
VIII	4	28.40149		- 8.18	+ 6.46	4
IX	2	1909	Avril 16.80451	- 27.88	+ 17.77	1

La dernière colonne contient les poids employés; pour les 8 premiers lieux normaux, ils égalent le nombre des observations. Le dernier lieu normal (IX) provient de deux positions, déterminées photographiquement à Heidelberg, qui ne s'accordent pas très bien en déclinaison. En calculant l'écart (obs. — calcul) nous avons attribué à la première de ces observations le poids 2; et à la seconde, le poids 1 (voir la remarque de l'observateur, A. N. 4246); dans le tableau des lieux normaux, le lieu IX a reçu le poids 1.

Les perturbations produites par Jupiter et Saturne ont été calculées par la méthode de la variation des constantes. Les valeurs obtenues pour les perturbations exercées sur les élé-

ments d'orbite éclipiticaux, rapportés à 1910.0, et sur la longitude moyenne, sont données dans les tableaux ci-dessous. Comme époque d'osculation on a choisi la date 1907 mars 9.0.

Dates	$\Delta L$		$\Delta \mu$		$\Delta \varphi$		$\Delta \pi$	
	$\mathcal{Z}$	$h$	$\mathcal{Z}$	$h$	$\mathcal{Z}$	$h$	$\mathcal{Z}$	$h$
1907								
Janv. 8.0	-45.67	+1.31	-0.0843	+0.0020	+24.07	-0.52	-17.30.98	+27.73
Févr. 17.0	-15.73	+0.46	-0.0285	+0.0006	+8.59	-0.17	-5.44.74	+9.15
Mars 29.0	+16.24	-0.48	+0.0288	-0.0006	-9.11	+0.17	+5.38.26	-8.81
Mai 8.0	+50.26	-1.50	+0.0875	-0.0018	-28.84	+0.51	+16.32.80	-26.17
Juin 17.0	+1.26.36	-2.59	+0.1470	-0.0028	-50.44	+0.83	+26.53.96	-43.01
Juill. 27.0	+2.4.58	-3.74	+0.2075	-0.0038	-1.13.75	+1.14	+36.37.33	-59.35
Sept. 5.0	+2.44.93	-4.95	+0.2686	-0.0046	-1.38.58	+1.43	+45.39.01	-1.15.28
Oct. 15.0	+3.27.42	-6.22	+0.3302	-0.0054	-2.4.70	+1.70	+53.55.71	-1.30.85
Nov. 24.0	+4.12.05	-7.54	+0.3918	-0.0060	-2.31.89	+1.95	+1.25.02	-1.46.15
1908								
Janv. 3.0	+4.58.80	-8.89	+0.4532	-0.0065	-2.59.90	+2.19	+1.8.529	-2.1.24
Févr. 12.0	+5.47.67	-10.27	+0.5142	-0.0068	-3.28.48	+2.40	+1.13.55.71	-2.16.22
Mars 23.0	+6.38.61	-11.67	+0.5744	-0.0071	-3.57.39	+2.59	+1.18.56.34	-2.31.14
Mai 2.0	+7.31.59	-13.09	+0.6336	-0.0073	-4.26.38	+2.76	+1.23.8.05	-2.46.12
Juin 11.0	+8.26.56	-14.52	+0.6915	-0.0073	-4.55.27	+2.91	+1.26.32.40	-3.1.18
Juill. 21.0	+9.23.47	-15.96	+0.7479	-0.0072	-5.23.83	+3.04	+1.29.11.60	-3.16.46
Août 30.0	+10.22.26	-17.38	+0.8025	-0.0070	-5.51.88	+3.15	+1.31.8.40	-3.32.03
Oct. 9.0	+11.22.86	-18.79	+0.8553	-0.0066	-6.19.28	+3.25	+1.32.25.84	-3.47.94
Nov. 18.0	+12.25.20	-20.18	+0.9061	-0.0062	-6.45.91	+3.33	+1.33.7.29	-4.4.27
Déc. 28.0	+13.29.20	-21.54	+0.9548	-0.0056	-7.11.66	+3.39	+1.33.16.25	-4.21.08
1909								
Févr. 6.0	+14.34.78	-22.87	+1.0012	-0.0049	-7.36.47	+3.45	+1.32.56.25	-4.38.41
Mars 18.0	+15.41.87	-24.15	+1.0454	-0.0042	-8.0.30	+3.50	+1.32.10.77	-4.56.32
Avril 27.0	+16.50.39	-25.39	+1.0873	-0.0038	-8.23.10	+3.54	+1.31.3.13	-5.14.86
Juin 6.0	+18.0.25	-26.57	+1.1270	-0.0023	-8.44.89	+3.58	+1.29.36.37	-5.34.04
Juill. 16.0	+19.11.39	-27.69	+1.1644	-0.0012	-9.5.64	+3.62	+1.27.53.25	-5.53.90

Dates			$\Delta\Omega$		$\Delta i$	
			$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
1907	Janv.	8.0	+ 10 <sup>''</sup> .61	- 0 <sup>''</sup> .07	- 7 <sup>''</sup> .98	+ 0 <sup>''</sup> .05
	Févr.	17.0	+ 3.24	- 0.02	- 2.67	+ 0.02
	Mars	29.0	- 2.95	+ 0.02	+ 2.67	- 0.02
	Mai	8.0	- 7.93	+ 0.07	+ 7.95	- 0.07
	Juin	17.0	- 11.74	+ 0.11	+ 13.13	- 0.12
	Juill.	27.0	- 14.39	+ 0.14	+ 18.13	- 0.18
	Sept.	5.0	- 15.96	+ 0.16	+ 22.88	- 0.25
	Oct.	15.0	- 16.55	+ 0.17	+ 27.33	- 0.32
	Nov.	24.0	- 16.29	+ 0.16	+ 31.44	- 0.40
	1908	Janv.	3.0	- 15.32	+ 0.14	+ 35.16
Févr.		12.0	- 13.80	+ 0.10	+ 38.47	- 0.57
Mars		23.0	- 11.89	+ 0.04	+ 41.36	- 0.66
Mai		2.0	- 9.75	- 0.04	+ 43.83	- 0.76
Juin		11.0	- 7.53	- 0.15	+ 45.87	- 0.86
Juill.		21.0	- 5.38	- 0.29	+ 47.52	- 0.96
Août		30.0	- 3.43	- 0.45	+ 48.79	- 1.06
Oct.		9.0	- 1.77	- 0.64	+ 49.72	- 1.17
Nov.		18.0	- 0.49	- 0.86	+ 50.34	- 1.28
Déc.		28.0	+ 0.35	- 1.11	+ 50.70	- 1.38
1909	Févr.	6.0	+ 0.72	- 1.39	+ 50.84	- 1.49
	Mars	18.0	+ 0.58	- 1.70	+ 50.80	- 1.59
	Avril	27.0	- 0.05	- 2.05	+ 50.61	- 1.70
	Juin	6.0	- 1.17	- 2.43	+ 50.32	- 1.79
	Juill.	16.0	- 2.74	- 2.83	+ 49.96	- 1.89

De là nous obtenons pour les époques des lieux normaux le tableau suivant de la perturbation totale. La perturbation de la longitude moyenne ( $L$ ) a été remplacée par celle de l'élément d'orbite  $L_0$ .

L. N.	$\Delta L_0$	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\pi$	$\Delta\Omega$	$\Delta i$
I	- 20 <sup>''</sup> .09	- 0 <sup>''</sup> .0372	+ 11 <sup>''</sup> .11	- 7 <sup>''</sup> 25 <sup>''</sup> .33	+ 3 <sup>''</sup> .32	- 3 <sup>''</sup> .51
II	- 1.17	- 0.0022	+ 0.71	- 0 53.49	+ 0.24	- 0.21
III	+ 9.08	+ 0.0175	- 5.51	+ 3 26.08	- 1.86	+ 1.64
IV	+ 26.92	+ 0.0540	- 17.47	+ 10 21.14	- 5.31	+ 5.03
V	+ 2 <sup>''</sup> 33.87	+ 0.5360	- 3 <sup>''</sup> 39.71	+ 1 <sup>''</sup> 14 1.40	- 12.87	+ 39.29
VI	+ 2 <sup>''</sup> 36.35	+ 0.5719	- 3 <sup>''</sup> 57.06	+ 1 <sup>''</sup> 16 45.94	- 11.70	+ 40.90
VII	+ 2 <sup>''</sup> 37.25	+ 0.5890	- 4 <sup>''</sup> 5.38	+ 1 <sup>''</sup> 18 8.63	- 11.12	+ 41.62
VIII	+ 2 <sup>''</sup> 38.38	+ 0.6211	- 4 <sup>''</sup> 21.03	+ 1 <sup>''</sup> 20 2.48	- 9.97	+ 42.86
IX	+ 1 <sup>''</sup> 52.53	+ 1.0733	- 8 <sup>''</sup> 13.66	+ 1 <sup>''</sup> 26 12.24	- 1.80	+ 49.00

Les coefficients des équations différentielles relatives aux éléments d'orbite ont été calculés à l'aide des formules données par Oppolzer (Lehrbuch, t. II, p. 390—391). Le calcul tout entier se rapporte à l'équateur; il est ramené à l'équinoxe 1910·0.

En rapportant le système d'éléments (I') à l'équateur, on obtient:

Époque 1907 février 10·0 T. m. de B.

$$\begin{aligned}
 M &= 335^{\circ} 47' 205 \\
 \omega' &= 173 \quad 4 \cdot 81 \\
 \Omega' &= 351 \quad 35 \cdot 48 \\
 i' &= 41 \quad 2 \cdot 85 \\
 \varphi &= 2 \quad 8 \cdot 39 \\
 \mu &= 292'' 5842 \\
 \text{Log } a &= 0 \cdot 72250
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} 1910 \cdot 0$$

Si nous transformons les valeurs de perturbation ci-dessus obtenues en perturbations des éléments équatoriaux et ensuite — moyennant les coefficients des équations différentielles — en perturbations des coordonnées, nous obtenons:

Perturbations.

N. O.	$\Delta \alpha \cos \delta$	$\Delta \delta$
I	— 0·01	0·00
II	+ 0·03	— 0·03
III	+ 0·01	— 0·01
IV	+ 0·02	0·00
V	— 0·23	— 0·12
VI	— 0·33	— 0·12
VII	— 0·40	— 0·09
VIII	— 0·44	— 0·08
IX	+ 0·37	— 1·48

Ces valeurs doivent être retranchées des écarts (obs. — calcul) donnés à la page 508. Comme elles représentent les sommes de 6 quantités différentes, les faibles valeurs de

perturbation obtenues pour les 4 premiers lieux normaux doivent être considérées comme tout à fait illusoires. Nous avons donc fait égales à zéro les perturbations produites dans  $\Delta a \cos \delta$  et dans  $\Delta \delta$  des 4 premiers lieux normaux. D'ailleurs les faibles perturbations dans les coordonnées de tous les neuf lieux normaux semblent indiquer, si nous les comparons avec les perturbations que présentaient les éléments, que dans le cas qui nous occupe l'expression par perturbations d'éléments ne donne pas les perturbations sous la forme la plus convenable.

En introduisant les perturbations des 5 derniers lieux normaux dans les équations différentielles, nous obtenons, pour les seconds membres du système d'équations, les valeurs qui suivent.

0.02822 $\Delta L_0 +$	0.72999 $\Delta \mu +$	0.20096 $\Delta \Phi +$	0.12953 $\Delta \psi +$
0.02376	1.29018 <sub>n</sub>	0.19060	0.13475
0.01127	1.44481 <sub>n</sub>	0.17703	0.12534
9.97727	1.44266 <sub>n</sub>	0.14691	0.08916
0.00107	2.61029	0.28791	9.34286
0.00138	2.58235	0.28710	9.41544
9.99356	2.56215	0.27924	9.43324
9.96863	2.52262	0.25509	9.42754
0.0.561	2.91945	0.27122	9.96165 <sub>n</sub>
9.89478 <sub>n</sub>	1.18186	0.05722 <sub>n</sub>	0.00992 <sub>n</sub>
9.86961 <sub>n</sub>	0.99778	0.03845 <sub>n</sub>	9.97764 <sub>n</sub>
9.85005 <sub>n</sub>	0.60993	0.02402 <sub>n</sub>	9.95125 <sub>n</sub>
9.81417 <sub>n</sub>	1.00797 <sub>n</sub>	9.99987 <sub>n</sub>	9.89774 <sub>n</sub>
9.94016 <sub>n</sub>	2.54914 <sub>n</sub>	0.22699 <sub>n</sub>	9.28293 <sub>n</sub>
9.94248 <sub>n</sub>	2.55300 <sub>n</sub>	0.22964 <sub>n</sub>	9.24460 <sub>n</sub>
9.93640 <sub>n</sub>	2.54748 <sub>n</sub>	0.22381 <sub>n</sub>	9.21857 <sub>n</sub>
9.91507 <sub>n</sub>	2.52948 <sub>n</sub>	0.20314 <sub>n</sub>	9.14509 <sub>n</sub>
9.87954 <sub>n</sub>	2.80028 <sub>n</sub>	0.11347 <sub>n</sub>	9.86281

L. N.	$\Delta \alpha \cos \delta$	$\Delta \delta$
I	0 00	+ 0 04
II	- 0 02	+ 0 02
III	0 00	- 0 01
IV	+ 0 03	+ 0 04
V	- 8 89	+ 6 34
VI	- 8 56	+ 6 65
VII	- 8 25	+ 6 63
VIII	- 7 74	+ 6 54
IX	- 28 25	+ 19 25

D'où le système d'équations suivant, où les désignations par lettres sont celles employées par Oppolzer, t. II, p. 386 —391 (les coefficients désignent des logarithmes).

9 38466 <sub>n</sub>	$\sin i' d \mathcal{G}' +$	9 60047	$\Delta i'$	=	$-\infty$
9 35692 <sub>n</sub>		9 55048		=	8 30103 <sub>n</sub>
9 34020 <sub>n</sub>		9 51501		=	$-\infty$
9 32251 <sub>n</sub>		9 44668		=	8 47712
9 66387		8 05206 <sub>n</sub>		=	0 94890 <sub>n</sub>
9 66533		8 61534 <sub>n</sub>		=	0 93247 <sub>n</sub>
9 65936		8 73832 <sub>n</sub>		=	0 91645 <sub>n</sub>
9 63891		8 88840 <sub>n</sub>		=	0 88874 <sub>n</sub>
9 30428		9 63040 <sub>n</sub>		=	1 45102 <sub>n</sub>
0 04562		9 73351		=	8 60206
0 04587		9 70517		=	8 30103
0 03789		9 67933		=	8 00000 <sub>n</sub>
0 01372		9 61820		=	8 60206
0 09138		8 11919 <sub>n</sub>		=	0 80209
0 09181		8 67516 <sub>n</sub>		=	0 82282
0 08526		8 79823 <sub>n</sub>		=	0 82151
0 06363		8 94897 <sub>n</sub>		=	0 81558
0 03077		9 77488 <sub>n</sub>		=	1 28443

Après avoir multiplié ces équations par les racines carrées des poids et les avoir rendu homogènes à l'aide des substitutions que voici :

$$\begin{aligned} x &= [0.3] \Delta L'_0 & t &= [0.4] \Delta \mathcal{Y}' \\ y &= [3.0] \Delta \mu & u_{\frac{1}{2}}^2 &= [0.4] \sin i' \Delta \mathcal{O}' \\ z &= [0.6] \Delta \Phi & w &= \Delta i' & \text{Logarithme de l'unité} &= [1.5] \end{aligned}$$

on obtient le système suivant :

9.72822	$x$	7.72999	$y$	9.60096	$z$	9.72953	$t$	8.98466 <sub>n</sub>	$u$	9.60047	$w$	=	$-\infty$
9.96232		8.52874 <sub>n</sub>		9.82916		9.97331		9.19548 <sub>n</sub>		9.78904		=	7.03959 <sub>n</sub>
9.71127		8.44481 <sub>n</sub>		9.57703		9.72534		8.94020 <sub>n</sub>		9.51501		=	$-\infty$
9.91583		8.68122 <sub>n</sub>		9.78547		9.92772		9.16107 <sub>n</sub>		9.68524		=	7.21568
9.85158		9.76080		9.83842		9.09337		9.41438		8.20257 <sub>n</sub>		=	9.59941 <sub>n</sub>
9.93994		9.82091		9.92566		9.25400		9.50389		8.85390 <sub>n</sub>		=	9.67103 <sub>n</sub>
9.99459		9.86318		9.98027		9.33427		9.56039		9.03935 <sub>n</sub>		=	9.71748 <sub>n</sub>
9.96966		9.82365		9.95612		9.32857		9.53994		9.18943 <sub>n</sub>		=	9.68977 <sub>n</sub>
9.72561		9.91945		9.67122		9.56165 <sub>n</sub>		8.90428		9.63040 <sub>n</sub>		=	9.95102 <sub>n</sub>
9.59458 <sub>n</sub>		8.18186		9.45722 <sub>n</sub>		9.60992 <sub>n</sub>		9.64562		9.73351		=	7.10206
9.80817 <sub>n</sub>		8.23634		9.67701 <sub>n</sub>		9.81620 <sub>n</sub>		9.88443		9.94373		=	7.03959
9.5.005 <sub>n</sub>		7.60993		9.42402 <sub>n</sub>		9.55125 <sub>n</sub>		9.63789		9.67933		=	6.50000 <sub>n</sub>
9.75273 <sub>n</sub>		8.24653 <sub>n</sub>		9.63843 <sub>n</sub>		9.73630 <sub>n</sub>		9.85228		9.85676		=	7.34062
9.79067 <sub>u</sub>		9.69965 <sub>n</sub>		9.77750 <sub>n</sub>		9.03344 <sub>n</sub>		9.84189		8.26970 <sub>n</sub>		=	9.45260
9.88104 <sub>n</sub>		9.79156 <sub>n</sub>		9.86820 <sub>n</sub>		9.08316 <sub>n</sub>		9.93037		8.91372 <sub>n</sub>		=	9.56138
9.93743 <sub>n</sub>		9.84851 <sub>n</sub>		9.92484 <sub>n</sub>		9.11960 <sub>n</sub>		9.98629		9.09926 <sub>n</sub>		=	9.62254
9.91610 <sub>n</sub>		9.83051 <sub>n</sub>		9.90417 <sub>n</sub>		9.04612 <sub>n</sub>		9.96466		9.25000 <sub>n</sub>		=	9.61661
9.57954 <sub>n</sub>		9.80028 <sub>n</sub>		9.51347 <sub>n</sub>		9.46281		9.63077		9.77488 <sub>n</sub>		=	9.78443

D'où les équations normales :

0.95462	$x$	0.68732	$y$	0.90265	$z$	0.58575	$t$	0.50972 <sub>n</sub>	$u$	7.84073 <sub>n</sub>	$w$	=	0.54738 <sub>n</sub>
0.68732		0.64646		0.66998		9.31677		0.17766 <sub>n</sub>		8.09899		=	0.52065 <sub>n</sub>
0.90265		0.66998		0.85694		0.48422		0.44315 <sub>n</sub>		8.31366 <sub>n</sub>		=	0.52536 <sub>n</sub>
0.58575		9.31677		0.48422		0.55658		0.22125 <sub>n</sub>		8.33526 <sub>n</sub>		=	8.41514 <sub>n</sub>
0.50972 <sub>n</sub>		0.17766 <sub>n</sub>		0.44315 <sub>n</sub>		0.22125 <sub>n</sub>		0.71165		9.79290		=	9.94148
7.84073 <sub>n</sub>		8.09899		8.31366 <sub>n</sub>		8.33526 <sub>n</sub>		9.79290		0.52141		=	8.52414

et, ensuite, le système suivant d'équations d'élimination :

0.95462	$x$	0.68732	$y$	0.90265	$z$	0.58575	$t$	0.50972 <sub>n</sub>	$u$	7.84073 <sub>n</sub>	$w$	=	0.54738
		0.25532		9.55443		0.27288 <sub>n</sub>		9.38397		8.21219		=	0.14936 <sub>n</sub>
				8.50051		7.66087		8.66904		8.24773 <sub>n</sub>		=	8.75899
						7.33445		8.55582 <sub>n</sub>		6.92942		=	7.73239
								0.51682		9.81709		=	9.29502 <sub>n</sub>
										0.50252		=	9.05242

En résolvant ces équations on a :

$$\begin{aligned} x &= [0.43187_n] & t &= [0.13645] \\ y &= [9.48098] & u &= [8.82665_n] \\ z &= [0.23904] & w &= [8.54990] \end{aligned}$$

d'où :

$$\begin{aligned} \Delta L'_0 &= -42.842 & \Delta \Psi &= +17.236 \\ \Delta \mu &= +0.0095715 & \Delta \Omega' &= -1.286 \\ \Delta \Phi &= +13.773 & \Delta i' &= +1.122 \end{aligned}$$

Par la transformation de ces corrections des éléments équatoriaux en corrections du système écliptical, nous obtenons :

$$\begin{aligned} \Delta L_0 &= -42.625 & \Delta \pi &= -8^\circ 47.140 \\ \Delta \mu &= +0.5743 & \Delta \Omega &= -1.993 \\ \Delta \varphi &= -11.619 & \Delta i &= +1.260 \end{aligned}$$

d'où le nouveau système écliptical :

Époque 1907 février 10.0 T. m. de Berlin.

Osculation 1907 mars 9.0.

$$\begin{aligned} M &= 343^\circ 51' 43.2 \\ \omega &= 175 \quad 6 \quad 42.2 \\ \text{(II)} \quad \Omega &= 341 \quad 58 \quad 57.0 \\ i &= 18 \quad 8 \quad 33.9 \\ \varphi &= 1 \quad 56 \quad 46.5 \\ \mu &= 293.1585 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} M \\ \omega \\ \Omega \\ i \\ \varphi \\ \mu \end{aligned}} \right\} 1910.0$$

$$\text{Log } a = 0.721936$$

avec les constantes gaussiennes y appartenant :

$$\begin{aligned} x &= r [9.997 \ 976] \sin (247^\circ 56' 9.8 + v) \\ y &= r [9.880 \ 856] \sin (153 \ 11 \ 26.1 + v) \\ z &= r [9.817 \ 522] \sin (164 \ 18 \ 43.4 + v) \end{aligned}$$

En substituant les corrections d'éléments obtenues dans le système primitif d'équations différentielles, on a, dans les seconds membres, les valeurs ci-dessous enregistrées. A l'exception de la déclinaison peu certaine du neuvième lieu, elles s'accordent bien avec les valeurs données à la page 513.

L. N.	O.—C.	
	$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$
I	+ 0'09	+ 0'07
II	+ 0'02	+ 0'04
III	+ 0'02	+ 0'02
IV	+ 0'05	+ 0'04
V	— 8'93	+ 6'34
VI	— 8'59	+ 6'61
VII	— 8'29	+ 6'62
VIII	— 7'73	+ 6'52
IX	— 28'20	+ 19'53

D'autre part nous obtenons en calculant directement les lieux normaux à l'aide du nouveau système d'éléments (II) et en comparant avec les valeurs observées:

L. N.	O.—C.	
	$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$
I	+ 0'30	— 0'04
II	+ 0'22	+ 0'02
III	+ 0'29	+ 0'05
IV	+ 0'24	+ 0'04
V	— 0'11	+ 0'13
VI	— 0'10	+ 0'16
VII	— 0'07	+ 0'11
VIII	— 0'14	+ 0'13
IX	— 0'17	— 0'06

Les écarts qui restent sont assez peu considérables pour s'expliquer entièrement par l'omission des termes supérieurs.

A l'aide du système d'éléments (II) une éphéméride de l'opposition de 1911 a été calculée par M. Braae. Les perturbations, qui sont d'ailleurs très faibles, furent laissées de côté. Cette éphéméride a été publiée dans les *Astr. Nachrichten* 4511; le 3 juillet un extrait a été télégraphié par le Bureau central de Kiel à quelques observatoires de l'hémisphère austral.

Copenhague, Observatoire de l'Université.  
Juillet 1911.

---



## EN ELEKTRISK LYS-AKKUMULATOR

AF

CHR. WINTHER

I Aaret 1839 fandt E. Becquerel, at et Element, dannet af to Plader af ædelt Metal, nedsænket i en sur eller alkalisk, vandig Opløsning, gav en Strøm, naar den ene af Pladerne blev belyst, medens den anden holdtes i Mørke. Virkningen forøgedes stærkt, naar Metalpladerne blev belagt med et tyndt Lag Sølvhaloid.

Denne fotoelektriske Virkning, som forøvrigt ofte benævnes efter sin Opdager — Becquereleffekten —, blev i den følgende Tid genfundet af en hel Række Forskere ved adskillige Elementer, bygget af ganske andre Bestanddele. For blot at nævne enkelte typiske Tilfælde, saa har Goldmann undersøgt Elementer af Platin i Opløsninger af Tjærefarvestoffer, Rigollot har i en længere Række Arbejder undersøgt Elektroder, bestaaende af Metaliliter og Sulfider, nedsænkede i vandige Saltopløsninger, og E. Baur og hans Elever har arbejdet med blandede Opløsninger af Urano- og Uranylforbindelser som Elektrolyt, Platin som Elektrode.

Forsøger man nu paa Grundlag af det store Materiale, som allerede foreligger<sup>1</sup>, at danne sig et sluttet Billede af Becquereleffekten og dens Forhold til saadanne Faktorer som Lysets Bølgebredde og Elektrodens eller Elektrolytens Natur, saa møder man en Uklarhed og Forvirring, som umuliggør

<sup>1</sup> Se navnlig Chr. Ries: „Das Licht in seinen elektrischen und magnetischen Wirkungen“ Leipzig 1909.

ethvert Forsøg paa en kort Karakteristik. Det indtræffer jævnligt, at Lys af forskellig Bølgebredde giver helt modsatte Virkninger; det samme kan indtræffe ved en Forbelysning af Elektroden med Lys af en anden Bølgebredde. Dertil kommer Træthedsfænomener ved længere Bestraaling, og endelig er Elektroderne i den Grad følsomme overfor enhver, nok saa ringe Ændring i deres mekaniske eller kemiske „Forhistorie“, at det er yderst vanskeligt at reproducere Fænomenerne blot nogenlunde kvantitativt. Det er vel ogsaa denne tilsyneladende Lunefuldhed, som har forhindret en udstrakt Anvendelse af disse Fotoelementer til statiske Aktinometre, en Anvendelse, som Becquerel selv søgte at gennemarbejde, og hvortil de principielt skulde synes særligt egnede.

Med Hensyn til Teorien for disse Fotoelementer anses det i Almindelighed for en Selvfølge, at Lyset maa udrette et Arbejde for at frembringe en Spændingsforskel<sup>1</sup>, men om den Maade, hvorpaa dette foregaar, er Meningerne meget delte. Becquerel og efter ham navnlig Luggin opfattede den fotokemiske Virkning (f. Ex. Sønderdeling af Sølvhaloidet), som det primære, den derved opstaaede Spændingsforskel mellem Elektroderne som det sekundære Fænomen. Denne Opfattelse er i den nyeste Tid, med en formel Ændring, navnlig optaget af E. Baur og hans Medarbejdere ved deres Undersøgelser af Urano-Uranyl-kæderne.

Paa den anden Side opfatter navnlig Scholl og Goldmann Virkningen som en „Hallwachs-Effekt“, altsaa en Fraspaltning af negative Elektroner fra den belyste Elektrode. De kemiske Ændringer, som muligvis samtidig indtræffer, men som dog

<sup>1</sup> Et Element, bestaaende af stærk Ferrosaltpopløsning, der stadig holdes mættet med Ilt, og to Platinelektroder, vil ved Belysning af den ene Elektrodevædske med ultraviolet Lys kunne give en Strøm, idet Ferrosaltets Iltning, der er en frivillig Proces, foregaar langt hurtigere ved den belyste end ved den mørke Elektrode. Det er her som overalt en frivillig Reaktion, der er den strømgivende Proces, men Lyset skal i dette Tilfælde ikke udrette noget Arbejde for at naa til den frivillige Proces.

ofte, f. Ex. i Farvestofelementer, er upaaaviselig smaa, er da af sekundær Natur.

Det er muligt, at begge Opfattelser har Ret, d. v. s. at nogle Elementer virker paa den ene, andre paa den anden Maade. Dog kan vistnok den sidstnævnte Teori alene forklare alle de hidtil iagttagne Forhold, og dens Overvægt er i den allernyeste Tid bleven stærkt støttet derved, at Samsonow<sup>1</sup> ved at gennemgaa og fortsætte Baur's Arbejde over Urano-Uranylkæderne er kommen til saa stærkt afvigende Resultater, at ogsaa dette Elements Virkning maa opfattes som beroende paa en Opladning.

I hvert Tilfælde vil det have nogen Interesse at træffe et Fotoelement, hvis Virkning uden ringeste Tvivl beror paa en direkte fotokemisk Omsætning, som sekundært kan udnyttes til Frembringelse af en elektrisk Spændingsforskel, som altsaa virker efter Becquerels Teori.

Trods alle Forskelligheder i Fotoelementernes Virkemaade er der et Punkt, hvor de alle forholder sig ens. Ved Bestraaling med en Lyskilde af konstant Intensitet stiger Spændingen fra Nul til en Maksimumsværdi, som, bortset fra eventuelle Træthedsfænomener holder sig konstant ved fortsat Bestraaling. Ved Formørkning begynder Spændingen straks at aftage og synker derefter paa mer eller mindre uregelmæssig Maade, indtil Nulpunktet igen er naaet. Det Element jeg her vil beskrive, har til Forskel fra alle andre den Ejendommelighed, at Spændingen kan holdes konstant, saa længe det skal være; dette Element optræder altsaa som Akkumulator af den optagne Lysenergi.

### Den anvendte kemiske Proces.

Allerede Chastaing mente i 1877 at kunne paavise, at Ferrosaltens Iltning med fri Ilt fremskyndes ved passende Belysning. Da han imidlertid ved sine Forsøg ganske forsømte

<sup>1</sup> Zeitschr. f. wiss. Photographie 9 12 (1911).

at sørge for konstant Temperatur, er denne Paavisning ikke meget værd, og først Thomas<sup>1</sup> har i 1908 sikkert kunnet paa-vise, at denne Fremskyndelse virkelig finder Sted. Begge disse Forskere arbejdede med almindeligt, synligt Lys, og den fundne Forøgelse af Iltningshastigheden var saa ringe, at der krævedes meget omhyggelige Maalinger for at konstatere den. Ved Anvendelse af ultraviolet Straaling, som den leveres af Kvarts-Kvægsølvdamplampen, faar man derimod, som jeg tidligere har omtalt<sup>2</sup>, en meget betydelig Forøgelse af Iltningshastigheden.

I flere tidligere Arbejder<sup>3</sup> har jeg funden, at smaa Mængder af Ferrosalte formaar i Mørke at bringe en Blanding af et Oxalat og et Merkurisalt i vandig Opløsning til at omsætte sig, saaledes at der dannes Kulsyreanhydrid og et Merkurosalt, en Proces, som ganske vist forløber under Tab af fri Energi, men som dog uden Ferrosaltets Nærværelse foregaar med umaalelig ringe Hastighed. Denne „Kalomelfældning“, som jeg har kaldt Fænomenet, har vist sig at forløbe parallelt med Ferrosaltets Iltning og paa en saadan Maade, at der for samme Mængde Ferrosalt fældes desto mere Kalomel, jo hurtigere Ferrosaltet iltes. Denne hurtige Iltning bevirkes her ved Oxalatets Nærværelse.

Da det nu var lykkedes mig ved Bestraaling med ultraviolet Lys at forøge Ferrosaltenes Iltningshastighed meget betydelig, laa det nær at forsøge, om man ikke kunde frembringe en Kalomelfældning eller et lignende Fænomen ved i Stedet for Oxalat at benytte ultraviolet Lys, m. a. O. om man ved Bestraaling med ultraviolet Lys kunde faa omsat en Blanding af et Ferro- og et Merkurisalt til en Blanding af et Ferri- og et Merkurosalt. Ganske vist viser de foreliggende Spændingsmaalinger, at en saadan Proces vilde kræve en Optagelse af fri Energi; men de fotokemiske Ligevægtsforskydninger er

<sup>1</sup> Inaug.-Dissert. Freiburg 1908.

<sup>2</sup> Zeitschr. f. wiss. Photographie **9** 30. (1911).

<sup>3</sup> Zeitschr. f. wiss. Photographie **7** 409 (1909). **8** 135, 197 (1910).

i de seneste Aar iagttagne i et stadigt stigende Antal Tilfælde, saa at denne Tanke ikke kunde virke afskrækkende.

Allerede de første Forsøg viste da ogsaa, at en Blanding af fortyndede vandige Opløsninger af Ferro- og Merkuriklorid ved længere Bestraaling med Kvarts-Kvægsøvlampen (Heraeus, 220 Volt, 3,5 Amp.) gav et svagt, hvidt Bundfald, der let kunde identificeres som Kalomel. Det drejede sig derefter om at udfinde de gunstigst mulige Betingelser for denne Proces.

Den anvendte Teknik. De i det følgende omtalte Forsøg er udførte ved samtidig Bestraaling af flere Opløsninger i samme Afstand fra Kvarts-Kvægsøvlampen. Hvor ikke andet er bemærket, er der benyttet Kvartsreagensglas. Ferrokloridopløsningen blev i Begyndelsen fremstillet ved Opløsning af pulveriseret Jærn i Saltsyre, senere ved Opløsning af teknisk Ferroklorid i Vand. Det viste sig nemlig ved særlige Forsøg, at dette tekniske Produkt gav nøjagtig samme Resultat som en ren Opløsning, fremstillet ved Opløsning af Klavertraad i Saltsyre, og da der til de senere Maalinger medgik store Mængder af Stoffet, var det bekvemmere at fremstille de stærkt koncentrerede Opløsninger paa den angivne Maade. De opgivne Koncentrationer (1-molar o. s. v.) er kun omtrentlige; hvor der krævedes nøjagtig Oplysning om Ferrokloridopløsningens Styrke, blev den titreret med 0,1-normal Kaliumpermanganat, og de nøjagtige Tal findes opførte i de paagældende Tabeller. Det udfældede Kalomel blev efter Filtrering og Udvaskning titreret med Jod i Jodkalium og 0,05-normal Natriumthiosulfat.

Det Kulsyreanhydrid, der i adskillige af Forsøgene blev anvendt til at fortrænge Ilten af Opløsningen, blev taget af en Kulsyrebombe og befriet for Ilt ved Gennemledning gennem 3 Vaskeflasker med Kromoklorid.

De Faktorer, hvis Indflydelse skulde bestemmes, var Koncentrationen af Ferrosaltet, af Merkurisaltet, af Vandet og af Ilten, samt Temperaturen, Røringen og Arten af det Glas, hvori Bestraalingen foregik.

Ferrosaltets Koncentration. 5 ccm 5-Procents Merkurikloridopløsning blev blandet med forskellige Mængder 4-molar Ferrokloridopløsning og Vand, gennemledet Kulsyre i 2 Timer og belyst i 1 Time, under stadig Gennemledning af Kulsyre. Kalomelmængderne er overalt opgivne i Milliækvivalenter.

No:	ccm $FeCl_2$	ccm $H_2O$	$HgCl$
1	5	0	0,141
2	3,67	1,33	0,111
3	2,33	2,67	0,155
4	1	4	0,128

For en konstant (og ringe) Mængde Merkurisalt synes Ferrosaltets Koncentration altsaa at være uden væsentlig Betydning.

Merkurisaltets Koncentration. Allerede tidligere havde jeg fundet, at en ren Opløsning af Ferroklorid iltes langt hurtigere ved Bestraaling med ultraviolet Lys end i Mørke. Det viste sig nu, at en Tilsætning af Merkurisalt yderligere forøger Iltningshastigheden. 5 ccm 1-molar Ferroklorid blev blandet med 5 ccm Vand eller 5 ccm 5-Procents Merkurikloridopløsning og belyst roligt (d. v. s. uden Gennemledning af Luft eller Kulsyre) i 1 Time. Det ved Belysningen dannede Ferrisalt er opgivet i Millimolekuler.

No:	Tilsat	$FeCl_3$
5	Vand	0,103
6	$HgCl_2$	0,235

Det viste sig nu, at Ferrokloridopløsninger er i Stand til at opløse betydelige Mængder fast Merkuriklorid, sandsynligvis under Dannelse af et komplekst Dobbelsalt. Analoge Salte med Alkalimetallerne som Kationer har jo allerede længe været bekendte. Medens den mættede, vandige Opløsning af Merkuriklorid kun er ca. 0,22-molar, kan f. Ex. 5 ccm 2-molar Ferroklorid (= 1 Millimol) opløse mere end 4,1 gr (= 1,5 Millimol) Merkuriklorid, og 1 Liter 4-molar Ferroklorid opløser med Lethed 6 Mol Merkuriklorid, saaledes at Opløsningen bliver omtrent 6-molar for dette Stofs Vedkommende. Denne

Opløsning har ved almindelig Temperatur en Vægtfylde paa 2.3. Grænsen for denne abnorme Opløselighed blev ikke bestemt; men da 100 gr kryst. Ferroklorid og 200 gr fast Merkuriklorid blev udrørt med 50 gr Vand, opløstes først en betydelig Mængde af begge Stofferne, hvorpaa hele Blandingen stivnede spontant til en blød Krystalmasse, der sandsynligvis bestod af det omtalte komplekse Dobbelt salt.

For at undersøge Betydningen af stigende Mængder Merkurisalt blev der til 5 ccm 4-molar Ferroklorid sat forskellige Mængder fast Merkuriklorid; dette blev opløst ved 3 Timers Omrøring med Kulsyre, hvorpaa der blev belyst i 1 Time.

No:	$HgCl_2$	$HgCl$
	gr	
7	0,25	0,021
8	1,25	0,158

Denne stærke Forøgelse i Lysfølsomheden med stigende Mængder Merkurisalt naar dog, som følgende Forsøgsrække viser, snart en øverste Grænse. Til 10 ccm 1-molar Ferroklorid blev sat forskellige Mængder fast Merkuriklorid, som blev opløst ved 2 Timers Omrøring med Kulsyre; derpaa blev belyst i 1 Time.

No:	$HgCl_2$	$HgCl$
	gr	
9	0,25	0,118
10	1,25	0,309
11	2,50	0,445
12	3,75	0,435

Den Mængde Merkuriklorid, der ækvivalerer med 10 ccm 1-molar Ferroklorid, er 2,71 gr. Det synes altsaa, som om den maksimale Virkning naas, naar Opløsningen indeholder ækvivalente Mængder Ferro- og Merkurisalt. Af denne Grund blev der i de fleste af de følgende Forsøg anvendt saadanne Opløsninger, der da benævnes f. Eks. 1-molar  $FeCl_2$ ,  $HgCl_2$ .

Fortyndingens Indflydelse. For smaa Kvægsølv-mængder og store Jærnmængder stiger Lysfølsomheden, som

følgende Forsøgsrække viser, stærkt med Fortyndingen. Til 5 ccm 4-molar Ferroklorid blev sat 0,25 gr fast Merkuriklorid og forskellige Mængder Vand. Kulsyre i 3 Timer, Lys i 1 Time.

No:	Vand ccm	Hg Cl
7	0	0,031
13	5	0,053
14	10	0,220

Er derimod Ferro- og Merkurisaltet tilstede i ækvivalente Mængder, saa har Fortyndingen langt mindre Betydning. Til 10 ccm Ferroklorid af forskellig Koncentration blev sat ækvivalente Mængder fast Merkuriklorid. Kulsyre i 1 Time, Lys i 30 Minutter.

No:	Fe Cl <sub>2</sub>	Hg Cl <sub>2</sub>	Hg Cl
15	1-molar	2,7	0,283
16	2- —	5,4	0,374
17	3- —	8,1	0,405
18	4- —	10,8	0,256

Det samme fremgaar af de to følgende Forsøgsrækker, hvor Kvartsreagensglassene under hele Belysningen blev overrislede med Vand, hvorved det lykkedes at holde Opløsningernes Temperatur paa 20°, medens den i alle de foregaaende Forsøgsrækker paa Grund af den stærke Straalevarme fra Lampen steg til 40° eller 60°, alt efter Belysningens Varighed og Afstanden fra Lampen.

10 ccm blandet Opløsning (fremstillet ved at opløse de beregnede Mængder fast Merkuriklorid i de tilsvarende Ferrokloridopløsninger) blev behandlet med Kulsyre i 1 Time og belyst i 2 Timer, idet der stadig, som i alle de foregaaende Forsøgsrækker (med en enkelt, nærmere betegnet Undtagelse) blev ledet Kulsyre igennem ogsaa under Belysningen.

No:	Fe Cl <sub>2</sub> , Hg Cl <sub>2</sub>	Hg Cl
19	1-molar	0,296
20	2- —	0,278
21	3- —	0,334
22	4- —	0,259

10 ccm blandet Opløsning blev belyst i 75 Minuter under Gennemledning af Luft.

No:	$FeCl_2$ , $HgCl_2$	$HgCl$
23	1-molar	0,189
24	2- —	0,179
25	3- —	0,244
26	4- —	0,151

De tre sidste Forsøgsrækker (No: 15—26) synes overensstemmende at vise et Maksimum for den 3-molare Opløsning. Beregner man imidlertid de omsatte Stofmængder i Forhold til de forhaandenværende Mængder Ferro- og Merkurisalt, saa viser det sig, som det let ses, at Følsomheden overalt aftager stærkt med stigende Koncentration. Dette Forhold synes at stride imod de nedenfor omtalte Maalinger af Lysakkumulatoren, hvor det viser sig, at de omsatte Stofmængder, ikke alene absolut, men ogsaa relativt tiltager med stigende Koncentration. Imidlertid er det helt forskellige Stykker af Hastighedskurven, der er iagttaget i de to Tilfælde. Medens i de ovenfor omtalte Forsøgsrækker de omsatte Stofmængder bevæger sig mellem 0,27 og 3 pCt., viser de første Maalinger af de forskellige Akkumulatorens Omsætning paa 6—8 pCt. I sidstnævnte Tilfælde er de mere fortyndede Opløsninger allerede ved den første Maaling naaet omtrent til den størst mulige Omsætning, medens de koncentrerede Opløsninger ved videre Belysning omsætter sig endnu mere og derved faar Forspringet fremfor de fortyndede Opløsninger.

Iltens Indflydelse. Efter de Erfaringer, der tidligere var gjort ved Kalomelfældning i oxalatholdig Vædske, (se ovenfor) maatte man antage, at den i Opløsningen tilstedeværende Ilt maatte være af stor Betydning for Blandingens Lysfølsomhed. Imidlertid viste det sig snart, at Forholdet her var et ganske andet.

2 Portioner paa 10 ccm 1-molar Ferrochlorid og 2,71 gr fast Merkuriklorid blev belyst roligt i 1 Time, efter at den ene Portion var behandlet med ren Kulsyre i 2 Timer.

No:	Forbehandl.	Hg Cl
27	CO <sub>2</sub>	0,220
28	Ingen	0,226

Denne fuldstændige Identitet kunde maaske skyldes den Omstændighed, at den i No: 28 forhaandenværende Iltmængde var for ringe, til at have nogen Betydning. Men sammenligner man Forsøgene No: 19—22 med No: 23—26, hvoraf de førstnævnte er belyst under Gennemledning af Kulsyre, de sidstnævnte under Gennemledning af Luft, men ellers ganske ens, saa viser det sig, at de omsatte Stofmængder er proportionale med Belysningstiderne.

No:	Hg Cl	No:	Hg Cl	Forhold
19	0,296	23	0,189	1,7
20	0,278	24	0,179	1,4
21	0,334	25	0,224	1,5
22	0,259	26	0,151	1,6
		120 Minuter		1,55
		75		= 1,6

Derimod faar Ilten nogen Betydning, naar der er et stort Overskud af Ferrosalt. 5 ccm 1-molar Ferrochlorid + 5 ccm 5-procents Merkurikloridopløsning blev behandlet med Kulsyre i 1 Time og belyst i 1 Time under Gennemledning af Kulsyre. Samtidig blev en dermed identisk Opløsning belyst under Gennemledning af Luft.

No:		Hg Cl	Fe Cl <sub>3</sub>
29	OO <sub>2</sub>	0,214	0,270
30	Luft	0,182	0,281

Medens de omsatte Ferrosaltnmængder er nogenlunde ens, synes det, som om der reduceres lidt mindre Merkurisalt i den iltholdige Opløsning.

Røringen. Som nævnt adskillige Gange i det foregaaende, blev de belyste Opløsninger holdt i Bevægelse ved Gennemledning af Kulsyre eller Luft. Selv om det ikke herved kunde forhindres, at noget Kalomel satte sig fast paa den belyste

Side af Reagensglasset, saa blev det dog ved Røringen bevirket, at stadig nye Dele af Opløsningen blev udsat for Lysets Paa-virkning. Det viser sig da ogsaa, at der under disse Om-stændigheder sker en større Omsætning, end naar Væsken belyses „roligt“.

5 ccm 1-molar Ferroklorid + 5 ccm 5-procents Merkurikloridopløsning gav ved rolig Belysning i 1 Time 0,160 Milli-ækvivalenter Kalomel, medens de samtidige Forsøgsnumre 29 og 30 (se ovenfor), hvor Opløsningerne blev rørt, henholdsvis med Kulsyre og Luft, gav henholdsvis 0,214 og 0,182 Milli-ækvivalenter.

Temperaturen. De fleste fotokemiske Processer har som bekendt langt mindre Temperaturkoefficienter end Mørkeprocesserne. Som Følge heraf maa ved fotokemiske Ligevægtsforskydninger den modgaaende Mørkeproces blive desto mere fremtrædende, jo højere Temperaturen er, eller hvad der er det samme, den fotokemiske Ligevægtsforskydning maa blive mindre ved højere Temperatur end ved lavere, saaledes som det er paavist i flere Tilfælde (Anthracen-Dianthracen, Ilt-Ozon). Saalænge man er fjærnet langt fra Ligevægstilstanden, behøver denne Mørkeprocessens Overvægt dog ikke at faa nogen videre Betydning.

To Portioner paa 10 ccm 1-molar Ferroklorid + 2,5 gr fast Merkuriklorid blev belyst (under Gennemledning af Kulsyre) i 1 Time. I den ene Vædske steg Temperaturen ved Straalevarmen fra Lampen efterhaanden til 60°, medens den anden ved Overrisling med Vand blev holdt paa 20°.

No:	<i>T</i>	<i>Hg Cl</i>
31	60°	0,481
32	20°	0,433

Reaktionshastigheden i den varme Vædske er altsaa kun lidt større end i den kolde.

Glassorten. Den eneste Bestemmelse af de virksomme Straalers Bølgebredde, som jeg hidtil har haft Lejlighed til at

foretage, blev udført paa den Maade, at tre Portioner paa 10 ccm 1-molar Ferroklorid + 2,71 gr fast Merkuriklorid blev belyst samtidig i Reagensglas af Kvarts, af Uviolglas og af almindeligt Glas.

No:	Glas	HgCl
33	Kvarts	0,385
34	Uviol	0,110
35	Glas	0,065

Det ses heraf, at de virksomste af de Straaler, som Kvarts-lampen udsender, ligger under ca. 270  $\mu\mu$ , hvor Uviolglassets Absorption begynder at tiltage stærkt. Men en betydetig Del af de virksomme Straaler ligger dog over de 270  $\mu\mu$ , ja endog over 300  $\mu\mu$ , som er den omtrentlige Grændse for Absorptionen i almindeligt tyndt Glas. Da hverken Ilt eller Merkuriklorid har nogen maalelig Absorption eller Lysfølsomhed over 300  $\mu\mu$ , afgiver dette Resultat et nyt Eksempel paa den Regelmæssighed, jeg tidligere har beskrevet<sup>1</sup>, hvorefter det i en fotokemisk Iltnings-Reduktionsproces altid er det iltelige Stof (her Ferroionen), der er den egentlige lysfølsomme Bestanddel.

### Anvendelsen til Akkumulator.

Som tidligere nævnt, kan Omdannelsen af Ferro- og Merkurisalt til Ferri- og Merkurosalt efter de foreliggende Spændingsmaalinger<sup>2</sup> at dømme kun foregaa under Tilførsel af Energi. Den modsatte Proces maa følgelig forløbe under Tab af en vis Mængde fri Energi, som, da det drejer sig om en Omsætning mellem elektrolytiske Ioner, ved en passende Fremgangsmaade maa kunne vindes som elektrisk Energi.

Et Reagensglasforsøg viste i Overensstemmelse hermed, at en Ferrikloridopløsning ved kortvarig Opvarmning med Kalomel reduceres saa meget, at der faas en meget kraftig Reaktion for Ferrosalt.

<sup>1</sup> Zeitschr. f. wiss. Photographie. **9**. 229 (1911).

<sup>2</sup> R. Peters, Zeitschr. f. physikalische Chemie. **26**. 193 (1898).

Forinden jeg gaar over til Beskrivelsen af Akkumulatoren, maa jeg med et Par Ord omtale Processens Reversibilitetsgrad. I denne Henseende er Forholdene saa gunstige, som det overhovedet er muligt. Den Proces, som foregaar, er følgende:



Belyser man en ren og iltfri Ferrokloridopløsning, saa sker der, som rimeligt er, aldeles intet. Men dertil kommer, ved Nærværelse af Ilt, det ejendommelige Fænomen, som fremgaar af flere af Forsøgsrækkerne (se ovenfor under Iltens Indflydelse) at ved Nærværelse af tilstrækkelige, d. v. s. ækvivalente Mængder Merkurisalt bliver ved Belysningen den ikke-frivillige Proces, som udtrykkes ved ovenstaaende Ligning, foretrukket for den frivillige Proces, som udgøres af Ferrosaltets direkte Iltning, skøndt denne selv er følsom for de samme Straaler. Der gaar altsaa ikke noget Ferrosalt tabt ved direkte Iltning. Det eneste Tab, der da kan være Tale om, kan bevirkes derved, at der ved Hydrolyse af det nydannede Ferrisalt kan dannes noget Ferrihydroksyd, som muligt, ved en uheldig Forsøgsordning, kan udskilles paa Karrets Vægge, eller adsorberes af det udfældede Kalomel. Den første Mulighed kan udelukkes vilkaarligt, og den sidste ses at være udelukket gennem den Omstændighed, at samtlige Kalomelbundfald har været fuldkommen hvide.

Bortset fra disse mere tilfældige Muligheder for Tab, maa selve Processen, som det fremgaar baade af de tidligere foreliggende<sup>1</sup> og af mine nedenfor anførte Potentialmaalinger, være fuldstændig reversibel.

Det Element, der skulde opbygges paa Basis af den anvendte Proces, fik, efter at adskillige andre Konstruktioner var prøvede og forkastede, tilsidst følgende Form:

I en almindelig Glastragt, af Indhold ca. 200 ccm, som var lukket forneden, blev der lidt over Halsen (med Piceïn) fast-

<sup>1</sup> R. Peters, Zeitschr. f. physikalische Chemie. 26. 193 (1898).

kittet en gennemhullet Platinplade *a*, hvorpaa var svejset en Platintraad *b*, der gik ud gennem et Hul i Tragtens Side.

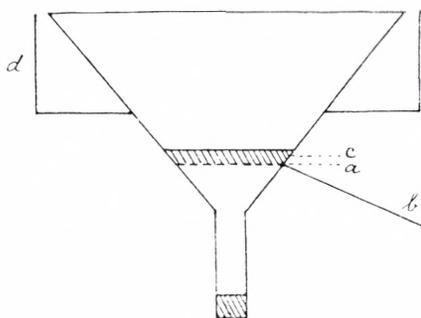


Fig. 1.

Paa Platinpladen var anbragt et Lag Platinasbest *c*. Hele Tragtten blev derpaa fyldt med den paa-gældende Opløsning og anbragt under Kwarts-Kvægsøvlampen, saaledes at Vædskeoverfladen befandt sig 1,5 cm under Lampe-rørets underste Kant. Da

Kalomelet i Begyndelsen af Belysningen var tilbøjeligt til at dække Vædskens Overflade som en fast Skorpe, blev Vædskeoverfladen stadig rørt om ved Hjælp af en Kulsyrestrøm. Det nydannede Kalomel sank efterhaanden til Bunds og aflejrede sig paa Asbestlaget som et kompakt Lag, der saa godt som fuldstændig forhindrede enhver Diffusion mellem den uforandrede Vædske under Platinpladen og den delvis omdannede Opløsning i Tragtens øverste Del. Som Følge heraf kunde den maalte Spænding holde sig næsten helt konstant gennem flere Døgn. Endnu større Konstans kan opnaas, naar man istedetfor at lukke Tragtten forneden forbinder den med en Kautschukslange og en anden mindre Tragt, som altsammen fyldes med den uforandrede Vædske. Ved en ringe Hævning af denne anden Tragt fortrænges det Vædske-lag, som staar nærmest over Platinasbesten og erstattes med Vædske af den oprindelige S sammensætning. Da denne er langt vægtfyldigere end den delvis omdannede Opløsning, som har afgivet en Del Kalomel, kan Elektroden, naar Rystelser undgaas, holde sin Spænding i lang Tid.

Tragtens øverste Del var omgivet af en Zinkkasse *d*, hvorigennem der stadig strømmede koldt Vand. Ved denne Forholdsregel i Forbindelse med Omrøringen lykkedes det at holde

Temperaturen i Vædskens Overflade under  $40^{\circ}$ ; i de dybere Lag var den naturligtvis betydelig lavere. Det fordampede Vand blev jævnlige erstattet, saa at Vædskeoverfladen stadig havde meget nær samme Afstand fra Lampen.

Spændingen blev maalt, idet der efter Belysningens Ophør blev anbragt en blank Platinelektrode i Tragtens øverste Del. Maalingen blev udført efter Kompensationsmetoden, med et Spejlgalvanometer som Nulinstrument.

Ved denne Forsøgsordning kunde det ikke undgaas, at Luftens Ilt i Løbet af en længere Forsøgsrække iltede noget Ferrosalt, uden at der dannedes en ækvivalent Mængde Kalomel. Naar den Ligevægtstilstand, som kunde opnaas under de givne Belysningsforhold og med den anvendte Opløsning, var naaet, skulde det Ferrisalt, som dannedes herudover ved direkte Iltning, egentlig omsætte sig med Kalomelet, saaledes at Koncentrationen af Ferrisalt igen sank til Ligevægtskoncentrationen. Dertil vilde dog behøves en langt kraftigere Røring, end her turde anvendes, naar Kalomellaget skulde forhindre Diffusion mellem Vædskerne paa begge Sider af Elektroden. Som Følge af denne mangelfulde Udjævning er de Spændinger, der blev maalt efter lang Tids Belysning, i næsten alle Forsøgsrækkerne væsentlig højere end dem, der svarer til den virkelige Omsætning, saaledes som den efter Forsøgenes Afslutning blev bestemt ad analytisk Vej. Den Ejendommelighed, som er omtalt ovenfor, at Ferrosaltets Omsætning med Merkurisalt gaar fremfor den direkte Iltning, borger dog for, at den Del af Spændingskurverne, som ligger lavere end den virkelige Ligevægtsspænding, netop svarer til den Proces, der skulde undersøges, medens den direkte Iltning først sætter ind, efter at Ligevægten er naaet. Den mangelfulde Omrøring bevirkede ogsaa, at Elementet straks efter Belysningens Ophør ofte gav en anden Spænding end efter nogen Tids Henstand, naar det nydannede Kalomel havde sat sig til Bunds og den ovenstaaende Vædske var kommen i Ro.

I de følgende Tabeller er opført Belysningstiderne samt de Tidsrum, efter hvilke Elementets Spænding blev maalt, efter at det havde henstaaet i Mørke, begge i Timer. Spændingerne er opgivne i Millivolt.

0,5-molar $FeCl_2, HgCl_2$			1-molar $FeCl_2, HgCl_2$			2-molar $FeCl_2, HgCl_2$		
Belysning	Henstand	Spænding	Belysning	Henstand	Spænding	Belysning	Henstand	Spænding
2	—	10	4,5	—	40	2	—	14
—	20	9	—	17	57	2	—	29
2	—	19	2,5	—	70	—	18	58
—	22	15	—	22,5	73	2	—	67
5	—	26	3	—	62	—	4	64
—	19	20	—	21	60	—	18	65
2	—	28	5	—	70	2	—	71
—	22	19	—	19	66	—	3	66
			3	—	60	—	19	68
			—	45	51	5,5	—	61
						—	18,5	82
						2,5	—	86
						—	3	85
						—	18,5	86
						2	—	88
						—	22	93
						4	—	103
						—	44	107
						3	—	108
						—	21	107
						3	—	104
						—	188	127

3-molar $FeCl_2, HgCl_2$			4-molar $FeCl_2, HgCl_2$			4—6-molar $FeCl_2, HgCl_2$		
Belysning	Henstand	Spænding	Belysning	Henstand	Spænding	Belysning	Henstand	Spænding
3	—	19	4	—	91	3	—	44
—	21	39	—	20	79	—	21	46
3	—	82	3	—	89	3	—	65
—	21	79	—	21	84	—	21	55
2	—	80	3	—	99	3	—	90
—	22	83	—	21	90	—	45	75
3	—	97	3	—	102	3	—	85
—	45	99	—	21	100	—	21	75
3	—	108	3	—	116	3	—	87
—	21	94	—	21	115	—	45	75
2	—	115	5	—	123	3	—	87
—	22	116	—	19	120	—	21	78
3	—	125	3	—	127	3	—	93
—	21	121	—	21	126	—	21	86
3	—	132	3	—	138			
—	21	126						
2	—	123						
—	22	123						
3	—	134						
—	45	122						
3	—	131						
—	21	128						

I de vedføjede Figurer 2—7 er Kurverne lagt med særligt Hensyn til Spændingsværdierne efter Henstand (betegnede ved  $\odot$ ), som maa antages at ligge nærmere ved Ligevægtstilstanden paa et givet Tidspunkt end Værdierne straks efter Belysningens Ophør (betegnede ved  $\times$ ).

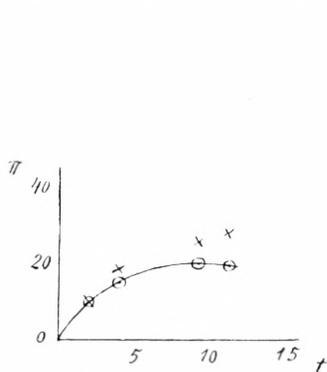


Fig. 2. 0,5-molar.

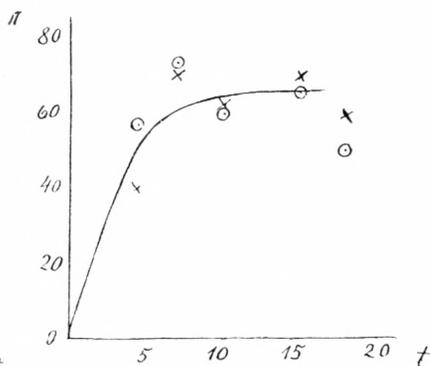


Fig. 3. 1-molar.

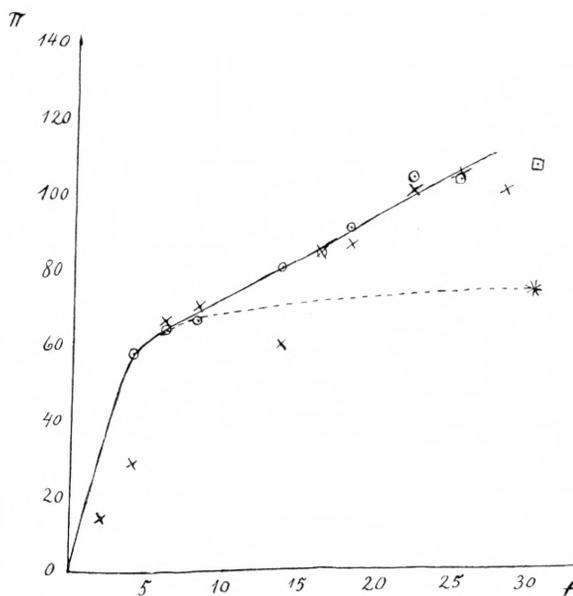


Fig. 4. 2-molar.

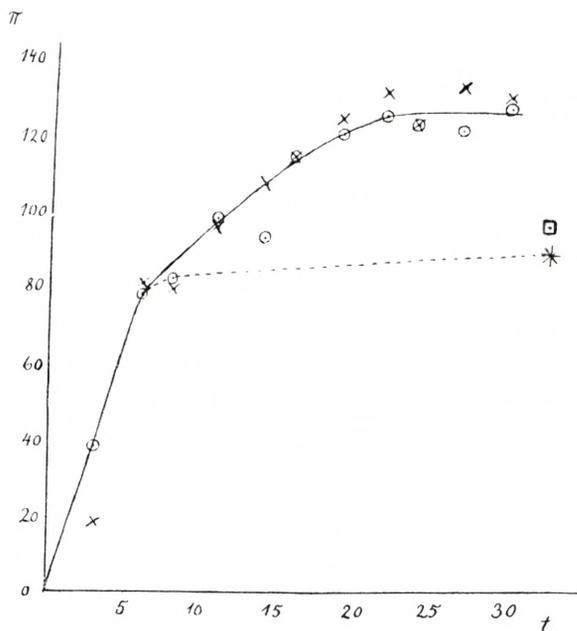


Fig. 5. 3-molar.

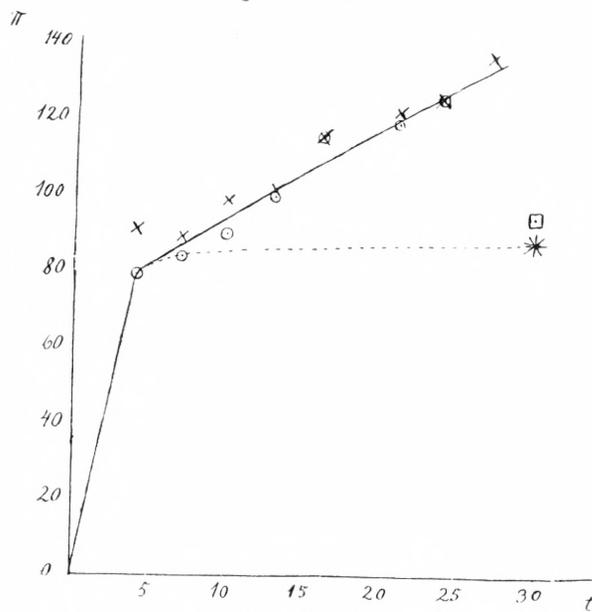


Fig. 6. 4-molar.

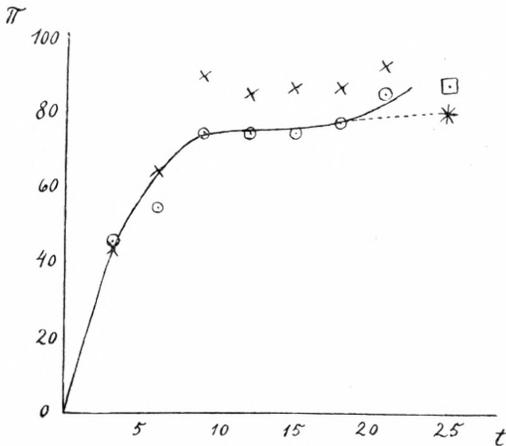


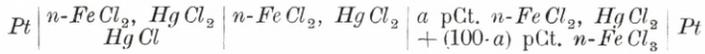
Fig. 7. 4—6-molar.

Efter den sidste Maaling blev Opløsningerne 2-, 3-, 4- og 4—6-molar analyserede, idet 2 ccm af Vædsken efter Omrøring og Filtrering blev titreret med Kaliumpermanganat, dels direkte, dels efter Reduktion med Svovlbrinte. Den ved denne Reduktion fremkomne Blanding af Merkurisulfid og Svovl blev samlet paa et vejet Filter, Svovlet udvasket med Svovlkulstof og Merkurisulfidet vejet. Følgende Tabel indeholder de i 2 ccm fundne Antal Millimol Ferro- og Merkurisalt, samt Omsætningen af Ferro- og Merkurisalt i pCt. af de oprindelige Mængder, beregnet ved Hjælp af Vædskens totale Ferrosaltindhold før og efter Belysningen.

Styrke	Før Belysning		Efter Belysning			Omsætning i pCt.	
	Ferro	Merkuri	Ferro	Fe-total	Merkuri	Ferri	Merkuri
2-molar	4,65	3,65	2,98	4,11	2,97	29	8
3- —	5,44	5,14	4,95	5,86	4,87	16	12,1
4- —	6,86	6,49	6,02	6,99	5,82	14	12
4-6 —	6,28	8,81	5,68	6,18	8,18	8,2	5,8

Det ses heraf, at Differensen mellem de omsatte Mængder Ferro- og Merkurisalt, som jo er et Udtryk for den direkte Iltning af Ferrosaltet, er mindre i de koncentrerede end i de fortyndede Opløsninger og øjensynlig naar et Minimum ved den højeste Ferrosaltkoncentration (4-molar Opløsning).

For at kunne sammenligne disse analytisk fundne Om-  
sætninger med Spændingsmaalingerne har jeg maalt Spæn-  
dingen af en Række Elementer af Typen:



hvor  $n$  udtrykker Blandingens Normalitet med Hensyn til  
Ferro- og Merkurisalt. Spændingen indstillede sig overalt  
meget hurtigt og holdt sig konstant gennem flere Døgn.

$n = 1$			$n = 2$		
$a$	$100-a$	Spænding	$a$	$100-a$	Spænding
96	4	50,5	95	5	67,6
94	6	62,8	90	10	84,6
92	8	69,9	85	15	94,2
90	10	78,2	80	20	99,4
80	20	95,5	75	25	106,2
70	30	104,9	70	30	110,4
			65	35	114,2
			60	40	119,9
			55	45	124,5
			50	50	127,7
			45	55	132,8
			40	60	137,7

$n = 4$			$n = 4 FeCl_2, 6 HgCl_2$		
$a$	$100-a$	Spænding	$a$	$100-a$	Spænding
95	5	69,9	95	5	77,5
90	10	84,4	90	10	92,6
80	20	102,8	80	20	109,8
70	30	113,0	70	30	118,9
60	40	117,0	60	40	125,5

Disse Maalinger er grafisk fremstillede i Fig. 8. Kurven  
for den 1-molare Opløsning falder indtil 30 pCt. Ferrisalt  
ganske sammen med de Spændinger, der kan beregnes af  
R. Peters Maalinger<sup>1</sup> af  $1/10$ -molare Ferro-Ferrielektroder. Det  
fremgaar heraf, at Kompleksdannelsen med Merkurisaltet kun  
i ringe Grad forrykker Forholdet mellem Ferro- og Ferriioner,  
saaledes som det findes i rene, blandede Opløsninger af de  
tilsvarende Klorider.

<sup>1</sup> Zeitschr. f. physikal. Chemie **26**. 193 (1898).

Ved Hjælp af disse Spændingskurver har jeg grafisk interpoleret de Spændinger, der svare til de analytisk fundne Omsætninger af Ferro- og Merkurisalt. Disse Spændinger er indførte i Figurerne 4—7, Ferro-Spændingen som  $\square$ , Merkurisalt-Spændingen som  $*$ . De punkterede Kurver skal antyde, hvorledes selve Omsætningen maa tænkes at forløbe. De langt højere Spændinger, der er maalt, hidrører da fra den mangel-

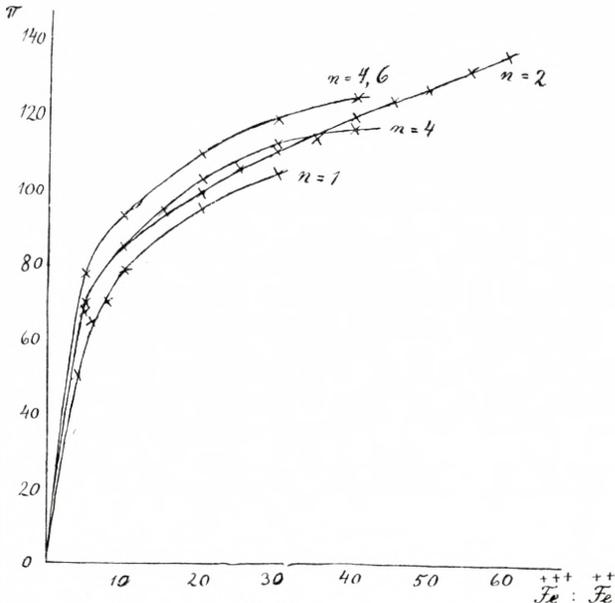


Fig. 8.

fulde Omrøring, idet det øverste Vædskeleg overalt har indeholdt langt mere Ferrisalt end de lavere Lag.

Der kan neppe være nogen Tvivl om, at de efter Belysningen fundne Tab af Merkurisalt med Tilnærmelse repræsenterer den Ligevægtstilstand, som kan naas under de givne Betingelser. Der rejser sig da det Spørgsmaal, hvorfor Processen allerede standser, naar der kun er dannet 6—12 pCt. Ferrisalt. Til Besvarelse af Spørgsmaalet frembyder der sig umiddelbart tre Muligheder, nemlig 1) at den modgaaende Proces foregaar saa hurtigt, at den sætter en Grændse for Lysprocessen, saa

snart der er dannet 6—12 pCt. Ferrisalt, 2) at den modgaaende Proces vel ikke i og for sig foregaar tilstrækkeligt hurtigt, men at den er lysfølsom, og 3) at den anvendte Lysintensitet netop kompenseres af det ved Processen fremkomne kemiske Potential.

Den anden Mulighed kan straks afvises, idet et Forsøg viste, at 1 gr Merkuriklorid + 10 ccm 4-molar Ferroklorid omsatte sig i samme, yderst ringe Grad, hvad enten Blandingen, der blev stærkt omrørt med en Kulsyrestrøm, blev holdt i Mørke eller belyst (i 2 Timer) i 2 cm Afstand fra Kvarts-Kvægsøvlampen. Omdannelsen af Ferri-Merkurosalt til Ferro-Merkurisalt har altsaa ingen maalelig Lysfølsomhed.

Den første Mulighed er efter derover anstillede Forsøg meget usandsynlig, idet Omsætningen mellem Kalomel og en 4-molar Ferrikloridopløsning selv ved 40° foregaar yderst langsomt.

Til Belysning af den tredje Mulighed er det værd at lægge Mærke til, at den relative, maksimale Omsætning stiger jævnt fra den 0,5-molare gennem de stærkere Opløsninger indtil den 3-molare, hvor den synes at naa en Maksimumsværdi. Det er sandsynligt, at dette Forhold hænger sammen med Absorptionen af det virksomme Lys, der da først i den 3-molare Opløsning skulde være fuldstændig. Den nærmere Diskussion af denne Mulighed, set i Forhold til de Resultater, der er opnaaet ved Undersøgelser af andre reversible Lysprocesser, maa dog opsættes, indtil nøjagtigere Maalinger af Følsomhedskurven kommer til at foreligge.

Da Forsøgene viste, at de virksomme Straaler kan gaa gennem Uviolglas og almindeligt Glas, har jeg løseligt undersøgt Sollysets Virkning, som dog paa Forhaand kunde ventes at være temmelig ringe, da Sollyset jo kun indeholder faa ultraviolette Straaler. Den 12te Maj blev opstillet to Elementer, med en 4-molar og en 4—6-molar Opløsning, paa en Altan i Hellerup. I Løbet af de tre første Solskinsdage gav disse

Elementer henholdsvis 22 og 32 Millivolt, hvorefter Spændingen steg jævnt. Men da det var umuligt ved den langsomme Omsætning, her foregik, at forhindre en relativt betydelig, direkte Itning, har de senere maalte Spændinger ingen Interesse.

Der er i Undersøgelsens Løb fundet forskellige Stoffer, saaledes navnlig Fluorider og Wolframater, der i høj Grad fremskynder den fotokemiske Omsætning mellem Ferro- og Merkurisalt. Men i begge Tilfælde mister Processen derved sin oprindelige, simple Karakter; der dannes Ferrihydroksyd og andre ubehagelige Biprodukter. Endnu værre er det, at Processen, i hvert Fald ved Nærværelse af Fluorider, gaar over til at blive frivillig, saaledes at den ikke længere kan benyttes til Indvinding af Lysenergi. En virkelig Forøgelse af Hastigheden uden disse Ulemper skulde nærmest vindes ved en optisk Sensibilisering, hvorved Processen kunde blive følsom for mere langbølget Lys, end det nu er Tilfældet. Men dertil er Udsigterne kun meget smaa.

Det er min Hensigt at fortsætte Undersøgelsen af den her omhandlede Proces, navnlig med Hensyn til den nøjagtige Bestemmelse af dens Farvefølsomhed.

Det allerede foreliggende viser, 1) at der her er fundet en ny og særlig simpel, reversibel fotokemisk Proces, 2) at den ved Processen opsparerede Energi kan udnyttes som elektrisk Energi og 3) at det derpaa beroende Element beholder sin Spænding uforandret indenfor rimelige Tidsrum, altsaa udgør en elektrisk Lys-Akkumulator.

Det er mig en Glæde ogsaa her at kunne takke Bestyreren af Universitetets kemiske Laboratorium, Hr. Prof. Dr. E. Biilmann, for den overordentlige Interesse, han har udvist overfor mine fotokemiske Arbejder, og den Rundhaandethed, hvormed han har muliggjort deres Udførelse.

København, September 1911.



# TILLÆG

- I. Liste over de til det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab indsendte og i dets Møder i Aaret 1911 fremlagte Skrifter.

Disse ere afgivne til Universitets-Bibliotheket med Undtagelse af de med \* mærkede Numere. De ved en Del af sidstnævnte tilføjede Bogstavmærker betegne, at vedkommende Værk henholdsvis er afgivet:

[B. H.] til Botanisk Haves Bibliothek.  
[K. B.] til det Store Kgl. Bibliothek.  
[M. I.] til det Danske Meteorologiske Institut.  
[M. M.] til Mineralogisk Museums Bibliothek.  
[R. A.] til Rigsarkivet.  
[Z. M.] til Zoologisk Museums Bibliothek.  
[S. A.] til Statsbibliotheket i Aarhus.

- II. Oversigt over de lærde Selskaber, videnskabelige Anstalter og offentlige Bestyrelser, fra hvilke det K. D. Videnskabernes Selskab i Aaret 1911 har modtaget Skrifter, samt alfabetisk Fortegnelse over de Enkeltmænd, der i samme Tidsrum have indsendt Skrifter til Selskabet, alt med Henviisning til foranstaaende Boglistes Numere.
- III. Sag- og Navnefortegnelse.

# I

## LISTE OVER DE TIL DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB INDSENDTE OG I DETS MØDER I AARET 1911 FREMLAGTE SKRIFTER

*Generalstabens topografiske Afdeling, København.*

- \*1. Generalstabens Kort. Oversigt og Beskrivelse. 1910. [M. M.]

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

2. Maanedsoversigt. 1910. November. København 1910. Fol.

*Den polytekniske Læreanstalt, København.*

- \*3. Den polytekniske Læreanstalt. Samlinger, Laboratorier m. m. København 1910.

*Universitets-Kvæsturen, København.*

- \*4. Regnskabsberetninger. 1909—10. København 1910. 4to.

*Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Serumlaboratorium, København.*

- \*5. Meddelelser. I—II, IV—V. København 1910.

*Det Norske Historiske Kildeskriftfond, Univ. Bibl. Kristiania.*

- \*6. Aktstykker til de norske Stændermøders Historie 1548—1661. Hefte 1. Kristiania 1910.

*Det kgl. Norske Videnskabernes Selskab, Trondhjem.*

- \*7. Schönning. Reise gennem en Deel af Norge 1773—1775. 1.—2. Bind. Trondhjem 1910. 4to.

*Nordiska Museet, Stockholm.*

8. Fataburen. 1910. Häft 1—4. Stockholm 1910.

*Kgl. Universitets Bibliotheket i Upsala.*

- \*9. Till kungl. Vetenskaps Societeten i Uppsala 1910. Uppsala 1910. 4to.  
10. Emanuelis Swedenborgii opera poetica. Upsaliae 1910.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

- \*11. Bulletin. 1910. No. 17—18. St.-Petersbourg 1910. [S. A.]

*La Société physico-chimique russe, St.-Petersbourg (Université Imp.).*

12. Journal. Section de Chimie. T. 42. Fasc. 8. St.-Petersbourg 1910.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

13. Proceedings. Series A. Vol. 84. No. 572. London 1910.

14. Proceedings. Series B. Vol. 82. No. 562. London 1910.

15. Reports to the Evolution Committee. 1—5. 1902—09. London 1910.

*The Royal Astronomical Society, London (Burlington House).*

16. Monthly Notices. Vol. 71. No. 1. London 1910.

*The Royal Geographical Society, London W. (1. Savile Row).*

17. The Geographical Journal. Vol. 36. No. 6. London 1910.

*The Geological Society, London W. (Burlington House).*

18. Quarterly Journal. Vol. 66. Part 4. London 1910.

*The London Mathematical Society, London.*

19. Proceedings. Series 2. Vol. 9. Part 1. London 1910.

*Ministerie van Binnenlandsche Zaken, 's Gravenhage.*

\*20. Recueil des Travaux Botaniques Neerlandais. Vol. VII. Nijmegen 1910. [B. H.]

\*21. Nederlandsch kruidkundig Archief. Verslagen en Mededelingen der nederl. bot. Vereen. Nijmegen 1910. [B. H.]

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluyver, Heeregracht 20).*

\*22. Museum. 18. Jaarg. No. 4. Leiden 1910. 4to. [K. B.]

*La Société Batave de Philosophie expérimentale. Rotterdam.*

23. Programme. 1910.

*Het Rijksproefstation voor Zaadcontrôle te Wageningen.*

24. Verslag. 1909—10. 's Gravenhage 1910.

*L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles.*

25. Bulletin. Cl. des Lettres. 1910. No. 9—10. Bruxelles 1910.

26. Bulletin. Cl. des Sciences. 1910. No. 9—10. Bruxelles 1910.

27. Bulletin. Tables générales. 3. Sér. T. 31—36. Bruxelles 1910.

28. Mémoires de la Classe des Sciences. Coll. in-4<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> sér. T. III. Fasc. 2. Bruxelles 1910. 4to.

29. Mémoires de la Classe des Lettres etc. Coll. in-8<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> sér. T. VII. Fasc. 3. Bruxelles 1910.

30. Mémoires de la Classe des Sciences. Coll. in-8<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> sér. T. II. Fasc. 8. Bruxelles 1910.

*L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles.*

31. Bulletin. 4<sup>e</sup> Série. T. XXIV. No. 8. (2 Exx.) Bruxelles 1910.

*Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*

\*32. Verslagen en Mededeelingen. 1910. No. 11. Gent 1910. [K. B.]

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

33. Bulletin. 1910. Fasc. 1—3. Paris 1910.

34. Procès-verbaux. 1911. No. 1. Paris 1911.

*Die Kön. Preussische Akademie der Wissenschaften, Berlin.*

35. Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen. Bd. 34. Berlin 1910.

*Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*

36. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VI. H. 11. Berlin 1910.

*Die Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*

\*37. Nachrichten. Phil.-hist. Klasse. 1910. Heft 3. Berlin 1910. [S. A.]

\*38. Nachrichten. Math.-phys. Klasse. 1910. H. 5. Berlin 1910. [S. A.]

\*39. Nachrichten. Geschäftliche Mittheilungen. 1910. H. 2. Berlin 1910. [S. A.]

40. Abhandlungen. Philol.-Histor. Klasse. Neue Folge. Bd. XII. No. 3. Berlin 1910. 4to.

*Die kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.*

41. Sitzungsberichte. Philos.-Hist. Classe. Bd. 163. Abh. 3 & Titel, 164. Abh. 2, 165. Abh. 1 & 3. Wien 1909—10.

42. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. I. Bd. 119. H. 3—5. Wien 1910.

43. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II a. Bd. 119. H. 5—6. Wien 1910.

44. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II b. Bd. 119. H. 6. Wien 1910.

45. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. III. Bd. 119. H. 1—5. Wien 1910.

46. Archiv für österr. Geschichte. Bd. 100. 2. Hälfte. Wien 1910.

47. Mittheilungen der Erdbeben-Commission. Neue Folge. No. 38—39. Wien 1910.

*Das k. k. Naturhistorische Hofmuseum, Wien.*

48. Annalen. Bd. 23. No. 3—4. Wien 1909.

*Die k.-k. Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien.*

49. Abhandlungen. Bd. VI. H. 1. Jena 1910.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*

50. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XIX. 2. Semestre. Fasc. 10. Roma 1910. 4to.

51. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Notizie degli scavi di antichità. Vol. VII. Fasc. 7—8. Roma 1910. 4to.

*La Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Roma,*

52. Bollettino del Comitato talassografico. No. 6. Roma 1910.

*Il R. Comitato Geologico d'Italia, Roma.*

53. Bollettino. 1910. No. 2. Roma 1910.

*Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*

54. Bollettino. 1910. No. 120. Firenze 1910.

*La Società Reale di Napoli.*

55. Rendiconto dell'Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Serie 3<sup>a</sup>. Vol. 16, Fasc. 7—9 (con Supplemento). Napoli 1910.

*La Società Italiana di Fisica, Pisa.*

56. Il Nuovo Cimento. Serie 5<sup>a</sup>. Vol. 20. Fasc. 10. Pisa 1910.

*Circolo Matematico di Palermo.*

57. Rendiconti. T. 30. Fasc. 3. Palermo 1910.

*L'Accademia di Scienze, Lettere ed Arti degli Zelanti, Acireale (Sicilia).*58. Rendiconti e Memorie. Serie 3<sup>a</sup>. Vol. 6. Memorie d. Cl. di Lettere. Acireale 1910.*La Real Academia de Ciencias, Madrid.*

59. Revista. Tomo VIII. Núm. 11—12. IX. 1—4. Madrid 1910.

60. Memorias. Tomo XIV. 6—XV. Concl. Madrid 1910. 4to.

*La Real Academia de la Historia, Madrid.*

\*61. Boletín. Tomo 57. Cuad. 4—5. Madrid 1910. [K. B.]

*M. le Dr. Édouard Barbette, Liège (18, rue Darchis).*

62. Barbette. Les sommes de puissances distinctes égales à une puissance. Liège 1910. 4to.

*M. le Directeur Adrien Dollfus, 35 rue Pierre Charron, Paris.*

63. La Feuille des jeunes Naturalistes. V. Série. 1911. No. 483. Paris 1910.

*Hr. Professor, Dr. C. F. O. Nordstedt, Lund.*

64. Botaniske notiser. 1910. Lund 1910.

*Hr. Professor, Dr. Johannes Steenstrup, Selsk. Medl., København.*

\*65. Steenstrup. Jylland og Jyder. København 1910.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

66. Bulletin météorologique du Nord. 1910. Septembre. Copenhague 1910. 4to.

*Københavns Observatorium.*

67. Publikationer og mindre Meddelelser. No. 1. Leipzig 1910.

*Norges geografiske Opmaaling, Kristiania.*

\*68. Katalog over Sjøkarter d. 1. Jan. 1911. Kristiania 1911. [M. M.]

*Le Comité Géologique (à l'Inst. des Mines) St.-Petersbourg.*

69. Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie. Région d'Iénisséi. Description de la feuille I. 7. St.-Petersbourg 1910.

70. Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie. Région de la Zéia. Description de la feuille II. 1. St.-Petersbourg 1910.

71. Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie. Région de la Léna. Livr. 5 &amp; Description de la feuille I. 6—7. St.-Petersbourg 1910.

*Finska Vetenskaps-Societeten, Helsingfors.*

\*72. Annales. Ser. B. No. III. Helsinki 1910.

\*73. Documenta historica. I—II. Helsingfors 1910.

*Bestyrelsen för Åbo Stads historiska Museum, Åbo.*

74. Bidrag til Åbo Stads Historia. Andra Serien. Häfte X. Helsingfors 1910.

*The Royal Geographical Society, London W. (1. Savile Row).*

75. The Geographical Journal. Vol. 37. No. 1. London 1911.

*The Geological Society of London.*

76. Geological Literature added to the library. Jan.—Dec. 1909. London 1910.

*The London Mathematical Society, London.*

77. Proceedings. Series 2. Vol. 9. Part 2. London 1910.

*The Royal Microscopical Society, London (20 Hannover Square).*

78. Journal. 1910. Part 6. London 1910.

*L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles.*

79. Bulletin. 4<sup>e</sup> Série. T. XXIV. No. 9. Bruxelles 1910.

*L'Observatoire Royal de Belgique, Bruxelles.*

80. Annuaire astronomique pour 1911. Bruxelles 1910.

*La Société d'Émulation de Bruges.*

\*81. Annales. Tome 60. Fasc. 4. (2 Exx.) Bruges 1910. [K. B.]

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

82. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Janvier. Paris 1911.

*La Société Linnéenne de Lyon.*

83. Annales. 1910. Nouv. sér. T. 57. Lyon & Paris 1911.

*Institut océanographique, Monaco.*

84. Bulletin. No. 185—190 & Title des Nos. 156—190. Monaco 1910.

*Die Archaeologische Gesellschaft zu Berlin.*

85. 70. Programm zum Winckelmannsfeste. Berlin 1910. 4to.

*Das Königl. Preussische Geodätische Institut, Potsdam*

86. Veröffentlichungen. Neue Folge. No. 46—47. Berlin 1910.

*Das kön. Aeronautische Observatorium, Lindenberg bei Beeskow.*

87. Ergebnisse der Arbeiten. 1909. Braunschweig 1910. 4to.

*Das k.-k. Naturhistorische Hofmuseum, Wien.*

88. Annalen. Bd. 24. No. 1—2. Wien 1910.

*Die k. k. Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien.*

89. Verhandlungen. 1910. B. 60. Heft. 9—10. Wien 1910.

*Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.*

90. Prix Bolyai. Budapest 1910.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*

91. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. 2. Semestre. Vol. XIX. Fasc. 11. Roma 1910. 4to.

*L'Accademia Pontaniana, Napoli.*

92. Atti. Vol. 40. Napoli 1910. 4to.

*The University of California, Berkeley.*

93. Publications. Egyptian Archaeology. Vol. III. Leipzig 1909. 4to.

- The American Academy of Arts and Sciences, Boston, Mass.*  
94. Proceedings. Vol. 45. No. 21. Vol. 46. No. 1—9. Boston 1910.
- Massachusetts General Hospital, Boston.*  
95. Publications. Vol. III. No. 2. Boston 1910.
- Cambridge Entomological Club, Bussey Institution, Boston, Mass.*  
96. Psyche. Vol. XVII. No. 6. Boston 1910.
- The Museum of Comparative Zoölogy, Harvard College, Cambridge, Mass.*  
97. Annual Report. 1909—10. Cambridge 1910.
- The University of Chicago.*  
98. 27 Dissertations. Chicago 1909—10.
- The Connecticut Academy of Arts and Sciences, New Haven.*  
99. Memoirs. Vol. II. New Haven 1910. 4to.
- Professor Edward S. Dana, New Haven.*  
100. The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 30. No. 180, Vol. 31. No. 181. New Haven 1910.
- The American Geographical Society, New York.*  
101. Bulletin. Vol. 42. No. 11. New York 1910.
- The American Mathematical Society, New York City.*  
102. Bulletin. Vol. 17. No. 4. Lancaster and New York 1910.
- The American Museum of Natural History, Central Park West, New York.*  
103. Journal. Vol. 10. No. 8. New York City 1910.
- The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Penn.*  
104. Proceedings. Vol. 62. Part 2. Philadelphia 1910.  
105. Journal. Second Series. Vol. XIV. Part 2. Philadelphia 1910. 4to.
- The Allegheny Observatory, Pittsburgh, Pennsylvania.*  
106. Publications. Vol. 2. No. 5--8. Lancaster 1910. 4to.  
107. Miscellaneous scientific papers. New Series. No. 4 & Title of Vol. I. Lancaster 1910.
- The Lick Observatory, Mount Hamilton, near San José, California.*  
108. Bulletin. No. 187. Berkeley 1910. 4to.
- The U. S. Geological Survey (Dep. of the Interior), Washington.*  
109. Bulletin. No. 425—427, 432. Washington 1910.  
\*110. Professional Papers. No. 68. Washington 1910. 4to. [M. M.]  
\*111. Water-Supply Papers. No. 237, 239, 246—247, 250—251. Washington 1910. [M. M.]
- The U. S. Naval Observatory, Washington, D. C.*  
112. Synopsis of the Report of the Superintendent for 1909 -- 10. Washington 1910.
- The Biological Society of Washington.*  
113. Proceedings. Vol. 23. Pag. 153—174. Washington 1910.
- The Entomological Society of Ontario, Toronto.*  
114. The Canadian Entomologist. Vol. 42. No. 12. London 1910.

*La Secretaria de Comunicaciones y Obras publicas, México.*

115. Anales. No. 24. México 1910.

*La Sociedad Mexicana de Historia natural, México.*

116. La Naturaleza. 3ª serie. T. I. Cuaderno num. 1. México 1910. 4to.

117. Rovirosa. Pteridografia del sur de México. México 1910. 4to.

*El Museo Nacional, Caracas.*

118. Anuario estadístico de Venezuela. 1908. Caracas 1910.

*Bibliotheca Nacional, Rio de Janeiro.*

119. Relatorios Diplomaticos e Consulares. No. 176—192. Rio de Janeiro 1909—10.

\*120. Aviso aos Navegantes. 1909, Junho—1910, Junho. Rio de Janeiro 1909—10.

*Department van Landbouw, Batavia.*

\*121. Mededeelingen. No. 12. Batavia 1910. [B. H.]

\*122. Bulletin. No. 43. Buitenzorg 1910. [B. H.]

*The Geological Survey of India, Calcutta.*

123. Records. Vol. 40. Part 1—2. Calcutta 1910.

*The Kodaikanal and Madras Observatories, Madras.*

124. Kodaikanal Observatory Bulletin. No. 22. Madras 1910. 4to.

*Teikoku Daigaku, Imperial University of Japan, Tōkyō.*

125. The Calendar for the year 1909—10 (2 Exx.). Tōkyō 1909—10.

*The Kyōto Imperial University, Kyōto.*

266. Memoirs of the College of Science and Engineering. Vol. II. No. 12-13. Kyōto 1909—10.

*L'Institut Egyptien, Le Caire.*

\*127. Bulletin. 5. Série. T. IV. Fasc. 1. Le Caire 1910. [K. B.]

*The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*

128. South African Journal of Science. Vol. VII. No. 1. Cape Town 1910.

*The South African Museum, Cape Town.*

129. Annals. Vol. V. Part 8. London 1910.

*The Australian Museum, Sydney, New South Wales.*

130. Records. Vol. VIII. No. 1. Sydney 1910.

*Hr. Inspektør G. Henriksen, Minda, Bergen.*

\*131. G. Henriksen. Geological Notes. Christiania 1910.

*Hr. Professor, Dr. Ladislaus Weinek, Direktor der Sternwarte in Prag.*

132. Weinek. Die Reise der deutschen Expedition zur Beobachtung des Venusdurchganges 1874 nach der Kerguelen-Insel. Neuherausgabe. Prag 1911. 4to.

*Hr. Árpád Zempléni, Budapest IV (Bástya-Utca 11).*

133. Zempléni. Istar und Gilgames. Budapest 1911.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

134. Maanedsoversigt. 1910. December. København 1911. Fol.

*Bergens Museum, Bergen.*

135. Naturen. Aarg. 34. No. 12. Bergen 1910.

*Tromsø Museum.*

136. Aarsberetning for 1909. Tromsø 1910.

137. Aarshefter. 31—32. Tromsø 1910.

*Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien, Stockholm.*

138. Sophus Bugge. Der Runenstein von Rök. Stockholm 1910.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*139. Bulletin. 1911. No. 1. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

*La Société physico-chimique russe, St.-Petersbourg (Université Imp.)*

140. Journal. Section de chimie. T. 42. Fasc. 9. St.-Petersbourg 1910.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

141. Proceedings. Series A. Vol. 84. No. 573. London 1911.

142. Proceedings. Series B. Vol. 83. No. 563. London 1911.

*The Royal Astronomical Society of London.*

143. Monthly Notices. Vol. 71. No. 2. London 1910.

*The Zoological Society of London.*

144. Proceedings. 1910. P. 4. London 1910.

*The Literary and Philosophical Society of Liverpool.*

145. Proceedings. No. 61. Liverpool 1910.

*The Delegates of the Clarendon Press, Oxford University, Oxford.*

\*146. Oxford Studies in Social and Legal History. Vol. II. Oxford 1910. [K. B.]

*The Royal Society of Edinburgh.*

147. Proceedings. Vol. 30. Part 7, Vol. 31. Part 1. Edinburgh 1910.

148. Transactions. Vol. 44. Part 1—2. Edinburgh 1910. 4to.

*The Edinburgh Geological Society, Edinburgh.*

149. Transactions. Vol. IX. Part 5. Edinburgh 1910.

*L'Observatoire Royal de Belgique, Bruxelles.*

150. Annuaire météorologique. 1911. Bruxelles 1910.

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

151. Procès-verbaux. 1911. No. 2. Paris 1911.

*L'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*

152. Bulletin mensuel. 1911. No. 1. Montpellier 1911.

*La Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.*

153. Mémoires. T. 36. Fasc. 4. Genève & Paris 1910. 4to.

*La Société Vaudoise des Sciences naturelles, Lausanne.*

154. Bulletin. 5. Série. Vol. 46. No. 171. Lausanne 1910.

*Sternwarte des eidg. Polytechnikums zu Zürich.*

155. Astronomische Mitteilungen. No. 101. Zürich s. a.

*Die Kön. Preussische Akademie der Wissenschaften, Berlin.*

156. Sitzungsberichte. 1910. No. 40—54. Berlin 1910.

*Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*

157. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VI. H. 12. Berlin 1910.

*Die Kön. Bayerische Akademie der Wissenschaften, München.*

158. Sitzungsberichte. Philos.-philol.-hist. Classe. Abh. 3—7. München 1910.

159. Sitzungsberichte. Math.-phys. Classe. 1910. Abh. 5—9. München 1910.

160. Abhandlungen. Math.-Phys. Cl. Bd. XXIV. Abt. 3, XXV. Abh. 4, Suppl. Bd. I. Abh. 9—10, II. Abh. 2, IV. Abh. 1—2. München 1910. 4to.

161. Frank. Carl von Voit. (Gedächtnisrede). München 1910. 4to.

*Die Physikalisch-Medicinische Gesellschaft zu Würzburg.*

162. Sitzungsberichte. 1910. No. 1. Würzburg 1910.

163. Verhandlungen. N. F. Bd. 40. No. 8. Würzburg 1910.

*Die k.-k. Geologische Reichsanstalt, Wien.*

164. Abhandlungen. Bd. XX. Heft 3, XXI. 2. Wien 1910. 4to.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*

165. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XIX. 2. Semestre. Fasc. 12 e Indice. Roma 1910. 4to.

*Circolo Matematico di Palermo.*

166. Rendiconti. T. 31. Fasc. 1. Palermo 1911.

*Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.*

167. Nomina del personal académico 1910—11. Barcelona s. a.

*The University of California, Berkeley.*

168. The University Chronicle. Vol. XII. No. 3. Berkeley 1910.

169. Publications. Amer. Archæology and Ethnology. Vol. 5. No. 5. Berkeley 1910.

170. Publications. Botany. Vol. 4. No. 6. Berkeley 1910.

171. Publications. Economics. Vol. 2. Berkeley 1910.

172. Publications. Bulletin of the Department of Geology. Vol. V. No. 30. Berkeley 1910.

173. Publications. Classical Philology. Vol. II. No. 5. Berkeley 1910.

174. Publications. Modern Philology. Vol. I. No. 4, Vol. II. No. 1. Berkeley 1910.

175. Publications. Philosophy. Vol. II. No. 4. Berkeley 1910.

176. Publications. Physiology. Vol. III. Title, IV. No. 1—3. Berkeley 1910.

177. Publications. Psychology. Vol. I. No. 1. Berkeley 1910.

178. Publications. Zoology. Vol. 6. No. 10—11. Berkeley 1910.

179. Publications of the Academy of Pacific Coast History. Vol. I. No. 6—7. Berkeley 1910.

*The American Academy of Arts and Sciences, Boston, Mass.*

180. Proceedings. Vol. 46. No. 10—11. Boston 1910.

- Denison Scientific Association, Denison University, Granville, Ohio.*  
 181. Bulletin of the Scientific Laboratories. Title & Contents of Vols. XI—XIV, Vol. XVI. Pages 1—120. Granville 1910.
- The American Museum of Natural History, Central Park West, New York.*  
 182. Journal. Vol. 11. No. 1. New York City 1911.  
 183. Anthropological Papers. Vol. IV. Part 2. New York 1910.
- The Allegheny Observatory, Pittsburgh, Pennsylvania.*  
 184. Publications. Vol. 2. No. 9—10. Lancaster 1910. 4to.
- The Lick Observatory, Mount Hamilton, near San José, California.*  
 185. Bulletin. No. 188—189. Berkeley 1910. 4to.
- Bureau of Education (Dep. of the Interior) Washington, D. C.*  
 186. Report of the Commissioner for 1909—10. Vol. I. Washington 1910.
- The Smithsonian Institution, Washington D. C.*  
 187. Bureau of Ethnology. Bulletin 37. 45, 49. Washington 1910.  
 \*188. U. S. National Museum. Bulletin. No. 73—74. Washington 1910. 4to.  
 \*189. U. S. National Museum. Proceedings. Vol. 37. Washington 1910.  
 190. Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. XIII. Part 6, XV. Washington 1910.  
 191. Miscellaneous Collections. Vol. 56. No. 11, 13. Washington 1909. Svo & 4to.  
 192. Opinions rendered by the Internat. Commission on Zoological Nomenclature. 26—29. Washington s. a.
- The Entomological Society of Ontario, Guelph.*  
 193. The Canadian Entomologist. Vol. 43. No. 1. London 1910.
- Département de l'Agriculture, Buitenzorg, Batavia, Java.*  
 \*194. Jaarboek 1909. Batavia 1910. [B. H.]
- Teikoku Daigaku, Imperial University of Japan, Tōkyō.*  
 195. Journal of the College of Sciences. Vol. 27. Art. 16—18, Vol. 28. Art. 1—4. Tōkyō 1910.
- Le Gouvernement Égyptien, Le Caire.*  
 \*196. Renaissance des Lettres Arabes. (Autog). s. l. 1910. Fol.
- L'Institut de Carthage, Tunis.*  
 \*197. Revue Tunisienne. No. 85. Tunis 1910. [K. B.]
- The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*  
 198. South African Journal of Science. Vol. VII. No. 2. Cape Town 1910.
- The Linnean Society of New South Wales, Sidney.*  
 199. Proceedings. Vol. 35. Part 3. Sidney 1910.
- M. le Directeur Adrien Dollfus, 35 rue Pierre Charron, Paris.*  
 200. La Feuille des jeunes Naturalistes. IV. Série. 1910. No. 484. Paris 1911.
- M. le dr. Sp. C. Haret, Professeur à l'Université de Bucarest.*  
 201. Haret. Mécanique sociale. Paris & Bucarest 1910.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

202. Bulletin météorologique du Nord. 1910. Octobre. Copenhague 1910. 4to.

*Bergens Museum, Bergen.*

203. Naturen. Aarg. 35. No. 1. Bergen 1911.

*La Société Entomologique de Russie, St.-Petersbourg.*

204. Revue Russe d'Entomologie. T. X. No. 1—3. St.-Petersbourg 1910.  
205. Horae. T. 39. St.-Petersbourg 1910.

*La Redaction de l'Annuaire Géologique et Minéralogique, Novo-Alexandria.*

\*206. Annuaire. Vol. XII. No. 7—8. Novo-Alexandria 1910. 4to. [M. M.]

*La Société scientifique de Varsovie.*

207. Sprawozdania. Rok. III. Zeszyt 8. Warszawa 1910.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

208. Philosophical Transactions. Series B. Vol. 201. No. 279—280. London 1910—11. 4to.

*The Royal Geographical Society, London W (1. Savile Row).*

209. The Geographical Journal. Vol. 37. No. 2. London 1911.

*The Meteorological Office, London.*

\*210. Annual Report of the Meteorological Committee for the Year ended 31st March 1910. London 1910. [M. I.]

\*211. Weekly Weather Report. New Series. Vol. 26. No. 22—52, Vol. 27. No. 1—52, Vol. 28. No. 1—5. London 1909—11. 4to. [M. I.]

\*212. Monthly Weather Report. New Series. Vol. 26. No. 5—13 & Title, Vol. 27. No. 1—12. London 1909—11. 4to. [M. I.]

\*213. Meteorological Observations at Stations of the second Order. 1907. London & Edinburgh 1910. 4to. [M. I.]

\*214. Observations at Stations of the second Order and at Anemograph Stations. 1909. April—December & Title, 1910. January—December. London 1909—11. 4to. [M. I.]

\*215. Hourly Readings. 1909. London 1910. 4to. [M. I.]

\*216. The Trade Winds of the Atlantic Ocean. London 1910. 4to. [M. I.]

*The University Observatory, Oxford.*

217. Astrographic Catalogue 1900·0. Oxford Section. Vol. V. Edinburgh 1909. 4to.

*The Yorkshire Geological Society, Leeds.*

218. Proceedings. New Series. Vol. XVII. Part 2. Leeds 1911.

*The Manchester Literary and Philosophical Society, Manchester.*

219. Memoirs and Proceedings. 1909—10. Vol. 55. P. 1. Manchester 1911.

*The Royal Irish Academy, Dublin.*

220. Proceedings. Vol. 28. Title, Section C. Vol. 29. No. 1—2. Dublin 1911.

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluyver, Heerengracht 20).*

\*221. Museum. 18. Jaarg. No. 5. Leiden 1911. 4to. [K. B.]

- La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*  
222. Procès-verbaux. 1911. No. 3. Paris 1911.
- Die Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg in Breisgau.*  
223. Berichte. Bd. XVIII. Heft 2. Freiburg i. B. 1911.
- Der Naturwissenschaftliche Verein für Schleswig-Holstein, Kiel.*  
224. Schriften. Bd. XIV. Heft 2. Kiel 1909.
- Die Physikalisch-Ökonomische Gesellschaft zu Königsberg.*  
225. Schriften. Jahrg. 50. Königsberg 1910. 4to.
- Das Kais. Observatorium in Wilhelmshaven.*  
226. Übersicht über die Tätigkeit des Erdmagnetismus. 1910. Blatt 1—2. Berlin 1911. 4to.
- Die kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.*  
227. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. I. Bd. 119. H. 6. Wien 1910.  
228. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II a. Bd. 119. H. 7. Wien 1910.
- Die k.-k. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.*  
229. Jahrbücher. Neue Folge. Bd. 44. Anhang, Bd. 45 mit Anhang. Wien 1910. 4to.  
230. Bericht und Chronik der Erdbeben. No. 5. 1908. Wien 1910.
- Die Redaktion der „Monatshefte für Mathematik und Physik“, Wien.*  
231. Monatshefte. Jahrg. 22. 1. Vierteljahr. Wien 1911.
- Die Mährische Museums-gesellschaft (Landesbibliothek), Brünn.*  
232. Časopis moravského musea zemského. Ročník XI. Číslo 1. V Brne 1911.
- L'Académie des Sciences de Cracovie.*  
233. Bulletin international. Cl. de Philologie etc. 1910. No. 3—6. Cracovie 1910.  
234. Bulletin international. Cl. des Sciences. 1910. B. No. 7. Cracovie 1910.  
235. Catalogue of polish scientific literature. 1910. Tom. X. Zesz. 1—2. Kraków 1910.
- Der Verein für Natur- und Heilkunde zu Pozsony (Pressburg).*  
236. Verhandlungen. Neue Folge. Heft 20. Jahrg. 1908. Pozsony (Pressburg) 1909.
- La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*  
237. Atti. Serie 5a. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 1. Semestre. Fasc. 1. Roma 1911. 4to.  
238. Rendiconti della classe di scienze morali, storiche e filologiche. Serie 5a. Vol. XIX. Fasc. 7—10. Roma 1910.
- La R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna.*  
239. Rendiconto. Cl. di Scienze Morali. Serie 1. Vol. III. Bologna 1910.  
240. Memorie. Serie 1. T. IV. Scienze Giuridiche. Bologna 1910. 4to. [K. B.]

- \*241. Memorie. Serie 1. Tomo IV. Scienze Storico-Filologiche. Bologna 1911. 4to. [K. B.]
- \*242. Memorie. Supplemento. Adunanza plenaria 1910. Bologna 1910. 4to. [K. B.]
- Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*
243. Bollettino. 1911. No. 121. Firenze 1911.
- La Reale Accademia delle Scienze di Torino.*
244. Programme des Prix Vallauri. Torino 1911.
- La Real Academia de la Historia, Madrid.*
- \*245. Boletin. Tomo 57. Cuad. 6. Madrid 1910. [K. B.]
- La Direction des Musées Impériaux, Constantinople.*
- \*246. Catalogue des poteries byzantines et anatoliennes. Constantinople 1910. [K. B.]
- Massachusetts General Hospital, Boston.*
247. Crile. Phylogenetic Association in Relation to Certain Medical Problems. s. l. 1910.
- The Museum of Comparative Zoology, Harvard College, Cambridge, Mass.*
248. Memoirs. Vol. 40. No. 2. Cambridge 1911. 4to.
- Professor Edward S. Dana, New Haven.*
249. The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 31. No. 182. New Haven 1911.
- The American Mathematical Society, New York City.*
250. Transactions. Vol. 12. No. 1. New York 1911.
251. Annual Register 1911. New York 1911.
- The U. S. Weather Bureau, Dep. of Agriculture, Washington.*
- \*252. Monthly Weather Review. Vol. XXXVIII. No. 6—9. Washington 1910. [M. I.]
- \*253. Bulletin of the Mount Weather Observatory. Vol. II. Title, Vol. III. Part 2—4. Washington 1910. [M. I.]
- \*254. Report of the Chief for 1908—09. Washington 1910. 4to. [M. I.]
- \*255. Talman. List of Meteorological Text-Books. 2. Ed. Washington 1910. [M. I.]
- Bureau of Standards (Dep. of Commerce and Labor), Washington.*
256. Bulletin. Vol. 6. No. 4. Washington 1910.
- Observatorio Meteorológico, Morelia, Michoacan, México.*
257. Boletin mensual de la Sección Meteorológica del Estado de Michoacan. 1910. Sept.—Nov. Morelia 1910. 4to.
- Observatorio Meteorológico-magnético Central de México.*
- \*258. Boletin mensual. 1906. Enero—Marzo, 1909. Oct.—Dic. & Indice. México 1909. 4to. [M. I.]
- The Meteorological Reporter to the Government of India, Calcutta.*
- \*259. Monthly Weather Review. 1910. April—Septb. Calcutta 1910. 4to. [M. I.]
- \*260. India Weather Review. Annual Summary 1909. Calcutta 1910. 4to. [M. I.]

*Bergens Museum, Bergen.*

261. Naturen. Aarg. 35. No. 2. Bergen 1911.

*Kgl. Vetenskaps-Akademien, Stockholm.*

262. Årsbok för 1910 med Bilaga 2—3. Stockholm 1910.

263. Arkiv för botanik. Bd. X. Häfte 1. Stockholm 1910.

264. Arkiv för kemi, mineralogi och geologi. Bd. III. Häfte 6, IV. Häfte 1. Stockholm 1910—11.

265. Arkiv för matematik, astronomi och fysik. Bd. VI. Häfte 2—3. Stockholm 1910.

266. Arkiv för zoologi. Bd. VII. Häfte 1. Stockholm 1911.

267. Handlingar. B. 45. No. 8—12, Bd. 46. No. 1—3. Stockholm 1910. Fol.

268. Les Prix Nobel en 1908. Stockholm 1909.

269. Fregatten Eugenies resa omkring jorden. Häft 15—16. Upsala & Stockholm 1910. 4to.

*Kungl. Vetenskaps Societeten i Upsala.*

270. Societetens Tvåhundraårsminne. Uppsala 1910. 4to.

*Kgl. Universitets Meteorologiska Observatorium i Upsala.*

271. Bulletin mensuel. Vol. 42. Année 1910. Upsal 1910-11. 4to. [M. I.]

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*272. Bulletin. 1911. No. 2. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

*La Société scientifique de Varsovie.*

273. Sprawozdania. Rok III. Zeszyt 9. Warszawa 1910.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

274. Proceedings. Series A. Vol. 84. No. 574. London 1911.

275. Year-Book. 1911. London 1911.

*The Royal Astronomical Society of London.*

276. Monthly Notices. Vol. 71. No. 3. London 1911.

*The London Mathematical Society, London.*

277. Proceedings. Series 2. Vol. 9. Part 3. London 1911.

*The Royal Microscopical Society, London (20, Hannover Square).*

278. Journal. 1911. Part 1. London 1911.

*The Cambridge Philosophical Society, Cambridge.*

279. Proceedings. Vol. 16. Part 1. Cambridge 1911.

*The Royal Society of Edinburgh.*

280. Proceedings. Vol. 31. Part 2. Edinburgh 1911.

*The Royal Irish Academy, Dublin.*

281. Proceedings. Section B. Vol. 29. No. 1—2. Dublin 1911.

*Belfast Natural History and Philosophical Society, Belfast.*

282. Report and Proceedings. 1909—10. Belfast 1911.

*De Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem.*

283. Archives Néerlandaises. Serie II. T. 15. Livr. 5. La Haye 1911.

*Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*

\*284. Verslagen en Mededeelingen 1910. No. 12. Gent 1910. [K. B.]

- La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*  
 285. Procès-verbaux. 1911. No. 4. Paris 1911.  
 286. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Févr. Paris 1911.
- Institut océanographique, Monaco.*  
 287. Bulletin. No. 191—195. Monaco 1911.
- Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*  
 288. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VII. H. 1. Berlin 1911.
- Die Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur, Breslau.*  
 \*289. 87. Jahresbericht. Breslau 1910. [K. B.]
- Die kön. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*  
 \*290. Nachrichten. Phil.-hist. Klasse. 1910. Heft 4. Berlin 1910. [S. A.]  
 \*291. Nachrichten. Math.-phys. Klasse. 1910. H. 6. Berlin 1910. [S. A.]
- Die Mathematische Gesellschaft in Hamburg.*  
 292. Mitteilungen. Bd. V. Heft 1. Leipzig 1911.
- Die Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena.*  
 293. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 46. Heft 4—5. Jena 1910.
- Die Kommission z. wissenschaftl. Untersuchung d. deutschen Meere, Kiel.*  
 294. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. Neue Folge. Bd. XII. Kiel und Leipzig 1911. 4to.
- Die Kön. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Leipzig.*  
 295. Berichte. Philol.-hist. Classe. Bd. 62. No. 6—9. Leipzig 1910.  
 296. Berichte. Math.-phys. Classe. Bd. 62. No. 2—5. Leipzig 1910  
 297. Abhandlungen. Philol.-hist. Classe. Bd. 28. No. 3—4. Leipzig 1910.  
 298. Abhandlungen. Math.-phys. Classe. Bd. 32. No. 2. Leipzig 1910.
- Die Gesellschaft für Morphologie u. Physiologie in München.*  
 299. Sitzungsberichte. 1910. XXVI. München 1911.
- Die naturforschende Gesellschaft, Rostock.*  
 300. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Neue Folge. Bd. 2. Rostock 1910.
- Die Physikalisch-Medicinische Gesellschaft zu Würzburg.*  
 301. Sitzungsberichte. 1910. No. 2—4. Würzburg 1910.  
 302. Verhandlungen. N. F. Bd. 41. No. 1. Würzburg 1911.
- Die k.-k. Geologische Reichsanstalt, Wien.*  
 303. Verhandlungen. 1910. No. 13—16. Wien 1910. 4to.
- L'Académie des Sciences de Cracovie.*  
 304. Bulletin international. Cl. de Philologie etc. 1910. No. 7—8. Cracovie 1910.  
 305. Bulletin international. Cl. des Sciences. 1910. A. No. 8—10, B. No. 8—10. Cracovie 1910—11.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*

306. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 1. Semestre. Fasc. 2. Roma 1911. 4to.

*La R. Accademia della Crusca, Firenze.*

307. Vocabolario. V<sup>ta</sup> Impr. Vol. X. Fasc. 3. Firenze 1910. 4to.

*La Società Storica Tortonese, Tortona.*

- \*308. Bollettino. Fasc. 27. Tortona 1910. [K. B.]

*La Real Academia de Ciencias, Madrid.*

309. Revista. Tomo IX. No. 5. Madrid 1910.  
310. Anuario. 1911. Madrid s. a.

*La Real Academia de la Historia, Madrid.*

- \*311. Boletín. Tomo 58. Cuad. 1. Madrid 1911. [K. B.]

*Colegio Maximo de la Compañía de Jesus, Oña.*

312. Observaciones meteorológicas. 1910. Oña 1911. 4to.

*El Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando.*

313. Almanaque Náutico para 1912. San Fernando 1910. 4to.

*Sociedade de Geographia, Lisboa.*

314. Boletim. 27. série. 1910. No. 9 (& Supplemento), 10. Lisboa 1910.

*M. le professeur, Dr. Fr. Bulić, Spalato.*

315. Bullettino di Archeologia e Storia Dalmata. Anno 32. Spalato 1909.

*Hr. Professor A. V. Bäcklund, Lund, Selsk. Medl.*

316. A. V. Bäcklund. Die in der Mechanik angewandte Variation der Integrationskonstanten. (Sonderabdruck.) Stockholm 1910.

*M. le Directeur Adrien Dollfus, 35 rue Pierre Charron, Paris.*

317. La Feuille des jeunes Naturalistes. IV. Série. 1910. No. 476—480. Paris 1910.

*Hr. Redakteur A. Haugg, München (Humboldtstrasse 23).*

318. Internaciona Pioniro. 1910. No. 14—15. München 1910.

*Hr. Professor, Dr. F. R. Helmert, Selsk. Medl., Potsdam.*

319. Helmert. Über die Genauigkeit der Dimensionen des Hayfordschen Erdellipsoids. (Sonderabdruck.) Berlin 1910.

*Hr. Professor, Dr. G. Mittag-Leffler, Selsk. Medl., Stockholm.*

320. Acta mathematica. Vol. 34. No. 1. Stockholm 1911. 4to.

*Mrs. Lucy A. Mallory, Portland, Oregon.*

321. The World's Advance-Thought and the Universal Republic. New Series. Vol. 23. No. 12, Vol. 24. No. 2. Portland 1910—11.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

322. Maanedsoversigt. 1911. Januar. København 1911. Fol.

323. Bulletin météorologique du Nord. 1910. Novembre. Copenhague 1910. 4to.

*Københavns Observatorium.*

324. Publikationer og mindre Meddelelser. No. 2. Kiel 1911.

*Göteborgs Högskola, Göteborg.*

\*325. Årsskrift. Bd. 15. 1909. Göteborg s. a.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*326. Bulletin. 1911. No. 3. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

*La Commission archéographique, St.-Petersbourg.*

\*327. Annuaire des travaux de la Commission archéographique. 1908-09. St.-Petersbourg 1909—10. (Russ.) [K. B.]

\*328. L'anniversaire 75<sup>me</sup> de la Commission. St.-Petersbourg 1909. (Russ.) [K. B.]

\*329. Bibliothèque historique russe. T. 13, 26, 27. St.-Petersbourg 1909-10. (Russ.) [K. B.]

\*330. Recueil complet des chroniques russes. T. XIV. 1, XX. 1, XXIII. St.-Petersbourg 1910. 4to. (Russ.) [K. B.]

\*331. Le grand Légendaire pour Janvier 1—6, Avril 1—8, Novembre 16, Décembre 24. St.-Petersbourg 1910. 4to. (Russ.) [K. B.]

\*332. Codastres de Novgorod. T. 6. St.-Petersbourg 1010. (Russ.) [K. B.]

\*333. Chronique d'après le manuscrit laurentin. St.-Petersbourg 1910. (Russ.) [K. B.]

*La Société Entomologique de Russie, St.-Petersbourg.*

334. Revue Russe d'Entomologie. T. X. No. 4. St.-Petersbourg 1911.

*L'Institut Impérial de Médecine expérimentale à St.-Petersbourg.*

335. Archives des Sciences biologiques. T. XVI. No. 1. St.-Petersbourg 1911.

*La Société scientifique de Varsovie.*

336. Prace. Wyd. nauk anthrop. &amp;c. No. 4. Warszawa 1910.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

337. Proceedings. Series B. Vol. 83. No. 564. London 1911.

*The British Academy, London.*

338. Reay. The late President Mr. S. H. Butcher. London 1911.

*The Royal Astronomical Society, London (Burlington House).*

339. Memoirs. Vol. 59. Part 5. London 1910. 4to.

*The Royal Geographical Society, London W. (1. Savile Row).*

340. The Geographical Journal. Vol. 37. No. 3. London 1911.

*La Commission de surveillance de l'Encyclopédie d'Islām (E. I. Brill), Leide.*

341. Enzyklopädie des Islām. Lief. 8. Leiden &amp; Leipzig 1911.

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluiver, Heerengracht 20).*

\*342. Museum. 18. Jaarg. No. 6. Leiden 1911. 4to. [K. B.]

- L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles.*  
343. Annuaire. 1911. Bruxelles 1911.
- L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles.*  
344. Bulletin. 4<sup>e</sup> Série. T. XXIV. No. 10—11, XXV. No. 1. Bruxelles 1910—11.
- Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*  
\*345. Verslagen en Mededeelingen. 1911. No. 1. Gent 1911. [K. B.]
- L'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*  
346. Bulletin mensuel. 1911. No. 2. Montpellier 1911.
- Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, Bern.*  
347. Verhandlungen. 93. Jahresversammlung. 1910. Bd. 1—2. Aarau 1910.
- Die Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*  
348. Abhandlungen. Math.-Physikal. Klasse. Neue Folge. Bd. VIII. No. 1. IX. No. 1. Berlin 1911. 4to.
- L'Académie des Sciences de Cracovie.*  
349. Bulletin international. Cl. de Philologie etc. 1910. No. 9—10. Cracovie 1911.  
350. Bulletin international. Cl. des Sciences. 1911. A. No. 1—2, B. No. 1. Cracovie 1911.
- Jugoslavenska Akademija, Zagreb (Agram).*  
\*351. Rad. Knjiga 183—184. U Zagrebu 1910. [K. B.]
- La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*  
352. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. 1. Semestre. Vol. XX. Fasc. 3. Roma 1911. 4to.
- Il R. Comitato Geologico d'Italia, Roma.*  
353. Bollettino. 1910. No. 3. Roma 1910.
- Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*  
354. Bollettino. 1911. No. 122. Firenze 1911.
- La Società Italiana di Fisica, Pisa.*  
355. Il Nuovo Cimento. Serie 5<sup>a</sup>. Vol. 20. Fasc. 11—12. Pisa 1910.
- The American Academy of Arts and Sciences, Boston, Mass.*  
356. Proceedings. Vol. 46. No. 12—17. Boston 1910—11.
- The Museum of Comparative Zoölogy, Harvard College, Cambridge, Mass.*  
357. Memoirs. Vol. 26. No. 7. Cambridge 1911. 4to.
- Ohio State University, Columbus, Ohio.*  
358. Bulletin. Vol. XIV. No. 6. Columbus 1909.
- The Cornell University, Ithaca.*  
359. Official Publications. Vol. I. No. 4. Ithaca 1910.  
360. Carney. The Pleistocene Geology of the Moravia Quadrangle, New York. (Thesis.) Granville 1909.  
361. Clark. Variation and Correlation in Timothy. (Thesis.) Ithaca 1910.

362. Craig. On a Class of Hyperfuchsian Functions. (Thesis.) New York 1910. 4to.
363. Cunningham. Thought and Reality in Hegel's System. (Thesis.) New York 1910.
364. Ferree. An Experimental Examination of the Phenomena Usually Attributed to Fluctuation of Attention. The Intermittence of Minimal Visual Sensations. (Thesis.) Baltimore 1910.
365. Gage. The Point Discharge in Air for Pressures Greater than One Atmosphere. (Thesis.) Lancaster 1910.
366. Gibbs. The Effect of Temperature on Fluorescens and Absorption. (Thesis.) New York 1910.
367. Harding. The Constancy of certain Physiological Characters in the Classification of Bacteria. (Thesis.) Ithaca 1910.
368. Haseman. Structure and Metamorphosis of the Alimentary Canal of the Larva of *Psychoda alternata* Say. (Thesis.) Columbus 1910.
369. Hughes. Thomas Babington Macaulay: The Rhetorician. (Thesis.) s. l. 1898.
370. Jones. The Poetic Plural of Greek Tragedy in the Light of Homeric Usage. (Thesis.) Ithaca 1909.
371. Molby. The Effect of Low Temperatures on the Rotatory Power of the Optically Active Substances. (Thesis.) New York 1910.
372. Okabe. An Experimental Study of Belief. (Thesis.) Baltimore 1910.
373. Richtmyer. On the Photo-electric Effect with the Alkali Metals. (Thesis.) New York 1910.
374. Sharpe. The General Circulation of the Atmosphere. (Thesis.) Baltimore 1909. 4to.
375. Shetterly. On the Oxydation of Hydrazine. (Thesis.) Ithaca 1910.
376. Schaeffer. The Lateral Wall of the Cavum nasi in Man. (Thesis.) s. l. 1910.
377. Somerville. Temperature Coefficients of Electric Resistance. (Thesis.) New York 1910.
378. Throop. A New Manuscript of Cicero's De Senectute. (Thesis.) Chicago s. a.
379. Wilkinson. The Fosforescens of some Inorganic Salts. (Thesis.) Easton 1909.

*University of Nebraska, Agricultural Experiment Station, Lincoln.*

380. Bulletin. No. 113—116. Lincoln 1910.
381. Press Bulletin. No. 32—33. Lincoln 1910.
382. 23. Annual Report. Lincoln 1910.

*Professor Edward S. Dana, New Haven.*

383. The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 31. No. 183. New Haven 1911.

*The American Geographical Society, New York.*

384. Bulletin. Vol. 42. No. 12. New York 1910.

*The American Mathematical Society, New York City.*

385. Bulletin. Vol. 17. No. 5. Lancaster and New York 1911.

- The American Museum of Natural History, Central Park West, New York.*  
 386. Journal. Vol. 11. No. 2. New York City 1911.  
 387. Bulletin. Vol. 28. New York City 1910.
- The University Museum, Philadelphia.*  
 388. Eckley B. Coxe jr. Expedition to Nubia. Vol. I—IV. Philadelphia 1910. 4to.
- The American Philosophical Society, Philadelphia.*  
 389. Proceedings. Vol. 49. No. 197. Philadelphia 1910.
- The Lick Observatory, Mount Hamilton near San José, Cal.*  
 390. Bulletin. No. 190—191. Berkeley 1910. 4to.
- The Missouri Botanical Garden, St. Louis.*  
 391. 21. Annual Report. St. Louis, Ms. 1910. [B. H.]
- The Bureau of Fisheries, Washington.*  
 392. The Fur-Seal Fisheries of Alaska in 1909. Washington 1910.
- The U. S. Geological Survey (Dep. of the Interior), Washington.*  
 \*393. 31. Annual Report of the Director. 1909—10. Washington 1910. [M. M.]  
 394. Bulletin. No. 381, 429—430, 433—435, 437, 440, 442, 444. Washington 1910.  
 \*395. Water-Supply Papers. No. 240, 253—255, 260, 262, 264. Washington 1910. [M. M.]
- The Biological Society of Washington.*  
 396. Proceedings. Vol. 24. Pag. 23—60. Washington 1911.
- The Smithsonian Institution, City of Washington.*  
 397. Report of the Secretary for 1909—10. Washington 1910.  
 398. U. S. National Museum. Bulletin. No. 39. A—S. Title. Washington 1911.  
 399. Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. XIII. Part 7, XIV. Part 2. Washington 1910.  
 400. Miscellaneous Collections. Vol. 56. No. 14—15. Washington 1910.
- The Washington Academy of Sciences, Washington.*  
 401. Proceedings. Vol. XII. Washington 1910.
- Department of Mines, Geological Survey Branch, Ottawa.*  
 \*402. Contributions to Canadian Palæontology. Vol. II. Part 3, III. Part 5. Ottawa 1910. Svo & 4to. [M. M.]  
 \*403. Compte rendu des travaux de la Commission géologique. 1900-01. Ottawa 1908. [M. M.]  
 \*404. Rapport de la Commission Géologique pour 1900, 1907. Ottawa 1908—09. [M. M.]  
 \*405. Bell. Rapport sur la géologie du bassin de la rivière Nottaway. (Avec carte.) Ottawa 1909. [M. M.]  
 \*406. Collins. Rapport sur la division minière de Gowganda. (Avec carte.) Ottawa 1910. [M. M.]  
 \*407. Dresser. Rapport sur les gisements de cuivre dans les cantons de l'est. Ottawa 1907. [M. M.]

- \*408. Ells. Rapport sur la géologie et les richesses naturelles de la région comprise dans le quart de feuille nord-ouest, No. 122, de la série Ontario et Quebec. Ottawa 1907. [M. M.]
- \*409. Ells. Rapport sur l'éboulement de Notre-Dame de la Salette. Ottawa 1908. [M. M.]
- \*410. Ells. Les richesses géologiques et minérales du Nouveau-Brunswick. Ottawa 1909. [M. M.]
- \*411. Mac Connell. Rapport sur les teneurs en or des haut-graviers du Klondike. Ottawa 1907. [M. M.]
- The Entomological Society of Ontario, Guelph.*  
412. The Canadian Entomologist. Vol. 43. No. 2. London 1911.
- Instituto Geologico de México.*  
\*413. Parergones. T. III. No. 6. México 1910. [M. M.]
- La Sociedad de Geogr. y Estadística de la República Mexicana, México.*  
414. Boletín. V. época. T. III. No. 11—12, IV. 1—3. México 1910.
- Observatorio Meteorológico, Morelia, Michoacan, México.*  
415. Boletín mensual de la Sección Meteorológica del Estado de Michoacan. 1910. Dic. Morelia 1911. 4to.
- Sociedade scientifica, S. Paulo, Brasil.*  
416. Revista. Vol. V. 1910. Jan.—Agosto. S. Paulo 1910.
- Het Magnetisch en meteorologisch Observatorium te Batavia.*  
\*417. Observations. Vol. 30 (with Appendix I—II). Batavia 1910. 4to. [M. I.]
- Het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Batavia.*  
418. Verhandelingen. Deel 58. Stuk 3. Batavia 1910. 4to.  
419. Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel 52. Afl. 3—6. Batavia 1910.
- Departement van Landbouw, Batavia.*  
\*420. Bulletin. No. 44. Buitenzorg 1910. [B. H.]
- The Imperial Department of Agriculture in India, Calcutta.*  
\*421. Report of the Agricultural Research Institute and College, Pusa. 1909—10. Calcutta 1909. [B. H.]
- The Meteorological Reporter to the Government of India, Calcutta.*  
\*422. Monthly Weather Review. 1910. Oct. Cacusca 1910. 4to. [M. I.]
- Kyōto Imperial University, Kyōto.*  
423. Memoirs of the College of Science and Engineering. Vol. II. No. 14. Kyōto 1910.
- The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*  
424. South African Journal of Science. Vol. VII. No. 3. Cape Town 1911.
- The Committee of Albany Museum. Grahamstown.*  
425. Records. Vol. II. Part 3. Grahamstown 1910.
- The Transvaal Museum, Pretoria.*  
426. Annals. 1910. Nov. Pretoria 1910.

*The Australian Museum, Sydney, New South Wales.*

427. Records. Vol. VIII. No. 2. Sydney 1911.

428. Memoir. IV. P. 13—14. Sydney 1911.

*M. le Directeur Adrien Dollfus, 35 rue Pierre Charron, Paris.*

429. La Feuille des jeunes Naturalistes. IV. Série. 1910. No. 485. Paris 1911.

*Hr. Professor, Dr. G. Mittag-Leffler, Selsk. Medl., Stockholm.*

430. Acta mathematica. Vol. 34. No. 2. Stockholm 1911. 4to.

*M. Émile Schwoerer, Colmar, Alsace. (12, rue Schlumberger.)*

431. Schwoerer. Les phénomènes thermiques de l'atmosphère. Paris s. a.

432. Bouty. Rapport sur un mémoire de M. Émile Schwoerer intitulé „Les phénomènes thermiques de l'atmosphère“. (Extrait.) Paris 1910. 4to.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

433. Bulletin météorologique du Nord. 1910. Décembre. Copenhague 1911. 4to.

*Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm.*

\*434. Årsbok. 1909. Stockholm 1910. [M. M.]

\*435. Publikationsförteckning. A. Novb. 1910. Stockholm 1910. [M. M.]

\*436. Afhandlingar och uppsatser i 4:o. Ser. C a. No. 4—5, 7. Stockholm 1910. 4to. [M. M.]

\*437. Öfversigtskartor med beskrifningar. Ser. B a. No. 7, 2 uppl. (2 kartor med beskrifning), 7 (1 karta med beskrifning), 8 (4 kartor). Stockholm 1910. [M. M.]

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*438. Bulletin. 1911. No. 4. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

439. Proceedings. Series A. Vol. 85. No. 575. London 1911.

*The Royal Astronomical Society of London.*

440. Monthly Notices. Vol. 71. No. 4. London 1911.

*The Astronomer Royal, Royal Observatory, Greenwich, London S. E.*

441. Astronomical and magnetical and meteorological observations. 1908. London 1910. 4to.

*The Royal Observatory, Edinburgh.*

442. Annals. Vol. III. Edinburgh 1910. 4to.

*The Royal Irish Academy, Dublin.*

443. Proceedings. Section B. Vol. 29. No. 3. Dublin 1911.

*Rijksuniversiteit te Groningen.*

444. Jaarboek. 1909—10. Groningen 1910.

*De Nederlandsche Dierkundige Vereeniging, Helder.*\*445. Tijdschrift. 2<sup>de</sup> Serie. Deel XII. Aflev. 1. Leiden 1910. [Z. M.]

*Het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut, Utrecht.*

446. Jaarboek. 1909. A & B. Utrecht 1910. 4to.  
 447. Mededeelingen en Verhandelingen. No. 11. Utrecht 1911.

*L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles.*

448. Bulletin. Cl. des Lettres. 1910. No. 11—12. Bruxelles 1910.  
 449. Bulletin. Cl. des Sciences. 1910. No. 11—12. Bruxelles 1910.  
 450. Mémoires de la Classe des Sciences. Coll. in-4<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> sér. T. III. Fasc. 3—4. Bruxelles 1910—11. 4to.  
 \*451. Oeuvres de Jacques de Hemricourt. T. I. Bruxelles 1910. 4to. [K. B.]

*La Société Entomologique de Belgique, Bruxelles.*

452. Mémoires. XVIII. Bruxelles 1911.

*L'Observatoire Royal de Belgique, Bruxelles.*

453. Annales. Nouvelle Série. Annales astronomiques. T. XII. Fasc. 2. Bruxelles 1910. 4to.  
 454. Annuaire astronomique. 1912. Bruxelles 1911.

*L'Institut de France, Paris.*

455. Annuaire pour 1911. Paris 1911.

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

456. Procès-verbaux. 1911. No. 5—6. Paris 1911.  
 457. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Mars. Paris 1911.

*Die Biologische Anstalt, Helgoland.*

458. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. N. F. Abteilung Helgoland. Bd. X. Heft 1. Kiel u. Leipzig 1910. 4to.

*Die kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.*

459. Almanach. 1910. Wien 1910.  
 460. Sitzungsberichte. Philos.-Hist. Classe. Bd. 165. Abh. 4, 166. Abh. 6. Wien 1910.  
 461. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. I. Bd. 119. H. 7—8. Wien 1910.  
 462. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II a. Bd. 119. H. 8. Wien 1910.  
 463. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II b. Bd. 119. H. 7—8. Wien 1910.  
 464. Denkschriften. Philos.-Hist. Classe. Bd. 54. No. 3. Wien 1910. 4to.  
 465. Denkschriften. Math.-Naturwissensch. Classe. Bd. 85, 86. 1. Halbbd. Wien 1910—11. 4to.

*Die Kön. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.*

466. Jahresbericht. 1910. Prag 1911,  
 467. Sitzungsberichte. Philos.-hist.-philol. Classe. 1910. Prag 1911.  
 468. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. 1910. Prag 1911.  
 469. Nejstarší Breviář Chrvatsko-Hlaholský. V Praze 1910.  
 470. Pračka. Lichtwechsel älterer veränderlichen Sterne. Vol. I. V Praze 1910. 4to.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*

471. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX.  
1. Semestre. Fasc. 4. Roma 1911. 4to.

*La R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna.*

472. Avviso di concorso a premio per le matematiche. Bologna 1911.

*La Società Entomologica Italiana, Firenze.*

473. Bullettino. Anno 41. Trim. 1—4. Firenze 1909.

*La Real Academia de la Historia, Madrid.*

- \*474. Boletín. Tomo 58. Cuad. 2. Madrid 1911. [K. B.]

*Academia Polytechnica do Porto (rua de Costa Cabral 148).*

475. Annaes Scientificos. Vol. V. No. 4. Coimbra 1910.

*The University of Colorado, Boulder.*

476. Studies. Vol. VIII. No. 1. Boulder 1910.

*Cambridge Entomological Club, Bussey Institution, Boston, Mass.*

477. Psyche. Vol. XVIII. No. 1. Boston 1911.

*The University of Chicago.*

478. Announcements. Vol. XI. No. 1. Chicago 1911.

- \*479. Annual Register. 1909—10. Chicago 1910.

*The American Geographical Society, New York.*

480. Bulletin. Vol. 43. No. 1—2. New York 1910.

*The American Mathematical Society, New York City.*

481. Bulletin. Vol. 17. No. 6. Lancaster and New York 1911.

*The American Museum of Natural History, Central Park, New York.*

482. Journal. Vol. 11. No. 3. New York City 1911.

*The University Museum, Philadelphia.*

483. The Museum Journal. Vol. I. No. 1—3. Philadelphia 1910.

*The U. S. Weather Bureau, Dep. of Agriculture, Washington.*

- \*484. Monthly Weather Review. Vol. XXXVIII. No. 10. Washington 1910.  
[M. I.]

*The Entomological Society of Ontario, Guelph.*

485. The Canadian Entomologist. Vol. 43. No. 3. London 1911.

*The Royal Astronomical Society of Canada, Toronto.*

486. Journal. Vol. IV. No. 5—6. Toronto 1910.

*La Dirección general de Instrucción primaria, Montevideo.*

487. Anales de Instrucción primaria. T. 8. No. 1—6. Montevideo 1910.

*Het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Batavia.*

488. Verhandelingen. Deel 59. Stuk 1. Batavia 1911. 4to.

*Department van Landbouw, Batavia.*

- \*489. Mededeelingen. No. 10. Batavia 1910. [B. H.]

*The Geological Survey of India, Calcutta.*

490. Memoirs. Palæontologia Indica. Series XV. Vol. IV. Fasc. 3. Calcutta 1910. Fol.

*L'Institut de Carthage, Tunis.*

\*491. Revue Tunisienne. No. 86. Tunis 1910. [K. B.]

*The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*

492. South African Journal of Science. Vol. VII. No. 4. Cape Town 1911.

*The South African Museum, Cape Town.*

493. Annals. Vol. V. Part 9, VI. 4. Cape Town 1911.

*Hr. Professor Stephan Haupt, Znaim.*

494. Haupt. Die Lösung der Katharsistheorie von Aristoteles. Znaim 1911.

*Hr. Professor J. Lieblein, Kristiania.*

495. Lieblein. Recherches sur l'histoire et la civilisation de l'ancienne Égypte. Fasc. 2. Leipzig 1911.

*Mrs. Lucy A. Mallory, Portland, Oregon.*

496. The World's Advance-Thought and the Universal Republic. New Series. Vol. 24. No. 3. Portland 1911.

*Hr. Dr. phil. C. G. Joh. Petersen, Forstander for den biologiske Station, København.*

497. C. G. Joh. Petersen. Beretning fra den danske biologiske Station. XIX. København 1911. 4to.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

498. Maanedsoversigt. 1911. Februar. København 1911. Fol.

*Bergens Museum, Bergen.*

\*499. Aarbog. 1910. Hefte 3. Bergen 1910.

\*500. Aarsberetning for 1910. Bergen 1911.

*Nordiska Museet, Stockholm.*

501. Fataburen. 1910. Häft 4:2. Stockholm 1910.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*502. Bulletin. 1911. No. 5. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

*La Société physico-chimique russe, St.-Petersbourg (Université Imp.)*

503. Journal. Section de chimie. T. 43. Fasc. 1—2. St.-Petersbourg 1911.

*Le Comité Géologique (à l'Inst. des Mines) St.-Petersbourg.*

504. Bulletin. T. 28. No. 9—10, T. 29. No. 1—4. St.-Petersbourg 1909-10.

505. Mémoires. Nouv. Série. Livr. 56, 57, 59. St.-Petersbourg 1910. 4to.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

506. Proceedings. Series B. Vol. 83. No. 565. London 1911.

507. Philosophical Transactions. Series A. Vol. 210. No. 470. Vol. 211. No. 471—472. London 1911. 4to.

508. Philosophical Transactions. Series B. Vol. 201. No. 281. London 1911. 4to.

*The Royal Geographical Society, London W. (1. Savile Row).*

509. The Geographical Journal. Vol. 37. No. 4. London 1911.

- The Geological Society, London W. (Burlington House).*  
 510. Quarterly Journal. Vol. 67. Part 1. London 1910.  
 511. List of the Society 1911. London 1911.
- The London Mathematical Society, London.*  
 512. Proceedings. Series 2. Vol. 9. Part 4. London 1911.
- The Zoological Society of London.*  
 513. Proceedings. 1911. Part 1. London 1911.  
 514. Transactions. Vol. XVIII. Part 4. London 1911. 4to.
- Fondation pour l'Internationalisme, La Haye (6 Van Lennepweg).*  
 515. Eijkman. L'internationalisme médical. Amsterdam 1910.
- Museum, Leiden (Dr. A. Kluyver, Heerengracht 20).*  
 \*516. Museum. 18. Jaarg. No. 7. Leiden 1911. 4to. [K. B.]
- Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*  
 \*517. Verslagen en Mededeelingen. 1911. No. 2. Gent 1911. [K. B.]
- La Société d'Émulation de Bruges.*  
 \*518. Annales. Tome 61. Fasc. 1. Bruges 1911. [K. B.]
- La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*  
 519. Procès-verbaux. 1911. No. 7. Paris 1911.
- L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon.*  
 520. Mémoires. Sciences et Lettres. 3<sup>e</sup> Série. T. XI. Paris et Lyon 1911.
- Institut océanographique, Monaco.*  
 521. Bulletin. No. 196—202. Monaco 1911.
- L'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*  
 522. Bulletin mensuel. 1911. No. 3. Montpellier 1911.
- La Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.*  
 523. Mémoires. T. 37. Fasc. 1. Genève & Paris 1911. 4to.
- Königl. Preussisches Meteorologisches Institut, Berlin W.*  
 524. Bericht über die Thätigkeit. 1910. Berlin 1911.
- Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*  
 525. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VII. H. 2. Berlin 1911.
- Centralbureau der Internat. Erdmessung (Telegraphenberg) Potsdam.*  
 526. Bericht über die Tätigkeit 1910. Berlin 1911. 4to.
- Die Wissenschaftliche Gesellschaft in Strassburg.*  
 527. Schriften. Heft 1—6, 8—9. Strassburg 1907—11.
- La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*  
 528. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 1. Semestre. Fasc. 5. Roma 1911. 4to.  
 529. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Notizie degli scavi di antichità. Vol. VII. Fasc. 9-10. Roma 1910. 4to.
- La Regia Deputazione Abruzzese di Storia patria, Aquila.*  
 \*530. Bullettino. Serie 3. Anno I. Puntata 1. Aquila 1910. [K. B.]

*Biblioteca Nazionale Centrale de Firenze.*

531. Bollettino. 1911. No. 123. Firenze 1911.

*La Società Reale di Napoli.*532. Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Serie 3<sup>a</sup>. Vol. 16. Fasc. 10—12. Napoli 1910.533. Atti della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Serie 2<sup>a</sup>. Vol. XIV. Napoli 1910. 4to.*The Museum of Comparative Zoology, Harvard College, Cambridge, Mass.*

534. Bulletin. Vol. 54. No. 2—4. Cambridge 1911.

*The California Academy of Sciences, San Francisco.*

535. Proceedings. 4. Series. Vol. I. pp. 7—288. San Francisco 1911.

*The Biological Society of Washington.*

536. Proceedings. Vol. 24. Pag. 61—76. Washington 1911.

*Museo Nacional de Montevideo.*

537. Anales. Serie II. Tomo I. Ent. 3. Pag. 1—96. Montevideo 1911. 4to.

*The Imperial Department of Agriculture in India, Calcutta.*

\*538. Report. 1909—10. Calcutta 1911. [B. H.]

*The Meteorological Reporter to the Government of India, Calcutta.*

\*539. Monthly Weater Review. 1910. Nov. Calcutta 1911. 4to. [M. I.]

*The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*

540. South African Journal of Science. Vol. VII. No. 5. Cape Town 1911.

*The Education Department, Wellington.*

541. Cockayne. New Zealand Plants. Wellington 1910.

*M. le Directeur Adrien Dollfus, 35 rue Pierre Charron, Paris.*

542. La Feuille des jeunes Naturalistes. IV. Série. 1910. No. 486—487. Paris 1911.

*Hr. Redakteur A. Haugg, München (Humboldtstrasse 23).*

543. Internaciona Pioniro. 1910—11. No. 16. München 1911.

544. L'Observevo No. 3. München 1911.

*Mr. W. A. Tait, Edinburgh (72 A, George Street).*

545. Knott. Life and Scientific Work of Peter Guthrie Tait. Cambridge 1911. 4to.

*Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Serumlaboratorium, København.*

\*546. Meddelelser. VI—XI. København 1910—11.

*Den udvidede Folkehøjskole i Askov.*

\*547. Askov Lærlinge. Aarskrift for 1910. Kolding 1911.

*Bergens Museum, Bergen.*

\*548. G. O. Sars. Crustacea of Norway. Vol. V. Part 31—32. Bergen 1910.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Pétersbourg.*

\*549. Bulletin. 1911. No. 6. St.-Pétersbourg 1911. [S. A.]

*L'Institut Impérial de Médecine expérimentale à St.-Petersbourg.*

550. Archives des Sciences biologiques. T. XVI. No. 2. St.-Petersbourg 1911.

*La Société Impériale des Naturalistes de Moscou.*

551. Bulletin. Année 1910. No. 1—3. Moscou 1911.

*La Société scientifique de Varsovie.*

552. Sprawozdania. Rok IV. Zeszyt 1. Warszawa 1911.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

553. Proceedings. Series A. Vol. 85. No. 576. London 1911.

*The Royal Astronomical Society of London.*

554. Monthly Notices. Vol. 71. No. 5. London 1911.

*The Royal Microscopical Society, London (20, Hannover Square).*

555. Journal. 1911. Part 2. London 1911.

*The Royal Society of Edinburgh.*

556. Transactions. Vol. 47. Part 3. Edinburgh 1911. 4to.

*The Royal Irish Academy, Dublin.*

557. Proceedings. Section A. Vol. 29. No. 1. Dublin 1911.

558. Proceedings. Section B. Vol. 29. No. 4. Dublin 1911.

559. Proceedings. Section C. Vol. 29. No. 3. Dublin 1911.

*L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles.*

560. Bulletin. Cl. des Lettres. 1911. No. 1—2. Bruxelles 1911.

561. Bulletin. Cl. des Sciences. 1911. No. 1—2. Bruxelles 1911.

562. Mémoires de la Classe des Lettres etc. Coll. in-8°. 2. Sér. T. VII. Fasc. 4. Bruxelles 1911.

*L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles.*

563. Bulletin. 4<sup>e</sup> Série. T. XXV. No. 2. Bruxelles 1911.

*La Société Entomologique de Belgique, Bruxelles.*

564. Annales. T. 54. Bruxelles 1910.

*La Société Mathématique de France, Paris (Rue Pierre Nicole 7).*

565. Bulletin. T. 39. Fasc. 1. Paris 1911.

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

566. Procès-verbaux. 1911. No. 8. Paris 1911.

*Institut océanographique, Monaco.*

567. Bulletin. No. 203—205. Monaco 1911.

*La Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.*

568. Compte rendu des séances. T. 27. Genève 1910.

*Die Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden.*

569. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1910. Juli—Decb. Dresden 1911.

*Die Kön. Technische Hochschule in München.*

570. 82 Dissertationen. München 1910.

*Die Physikalisch-Medicinische Gesellschaft zu Würzburg.*

571. Verhandlungen. N. F. Bd. 41. No. 2—5. Würzburg 1911.

*Die kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.*

572. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II a. Bd. 119. H. 9—10. Wien 1910.

*Die k.-k. Geologische Reichsanstalt, Wien.*

573. Verhandlungen. 1910. No. 17—18 u. Titel. 1911. No. 1—2. Wien 1911. 4to.
574. Abhandlungen. Bd. XVI. H. 3, XXII. H. 1. Wien 1910—11, 4to.

*Die k. k. Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien.*

575. Verhandlungen. 1911. B. 61. Heft. 1—2. Wien 1911.

*Der Naturwissenschaftlich-Medizinische Verein in Innsbruck.*

576. Berichte. Jahrg. 26—30, 31 (mit Beilage), 32—33. Innsbruck 1901-10.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*

577. Memorie. Cl. di Scienze morali, storiche e filologiche. Serie 5<sup>a</sup>. Vol. 14. Fasc. 5—6. Roma 1910—11. 4to.
578. Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali. Serie 5<sup>a</sup>. Vol. VIII. Fasc. 7. Roma 1910. 4to.

*Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*

579. Indice del Bollettino. 1910. Firenze 1911.

*La Società Italiana di Fisica, Pisa.*

580. Il Nuovo Cimento. Serie 6<sup>a</sup>. Vol. 1. Fasc. 1. Pisa 1911.

*Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.*

581. Boletín. Tercera Época. Vol. III. No. 2. Barcelona 1911. 4to.
582. Memorias. 3<sup>a</sup> Época. Vol. VIII. No. 24-27. Barcelona 1910-11. 4to.

*El Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando.*

583. Anales. Sección II. Observaciones meteorológicas, magnéticas y sísmicas, Año 1909. San Fernando 1910. 4to.

*The University of California, Berkeley.*

584. The University Chronicle. Vol. XII. No. 4 & Title. Berkeley 1910.
585. Bulletin. 3. Series. Vol. IV. No. 1—4. Berkeley 1910.
586. Memoirs. Vol. II. Berkeley 1910. 4to.
587. Publications. Amer. Archaeology and Ethnology. Vol. 5. Title, Vol. 9. No. 2. Berkeley 1910.
588. Publications. Bulletin of the Department of Geology. Vol. VI. No. 1—2. Berkeley 1910.
589. Publications. Psychology. Vol. I. No. 2. Berkeley 1910.
590. Publications. Zoology. Vol. VI. No. 12—13, VII. No. 2. Berkeley 1910—11.
591. Publications of the Academy of Pacific Coast History. Vol. I. Title & Index. Berkeley 1910.
592. Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 206—207. Berkeley 1910.

*The University of Chicago.*

593. Announcements. Vol. XI. No. 2. Chicago 1911.

*Davenport Academy of Natural Sciences, Davenport, Iowa.*

594. Proceedings. Vol. XI. Title, XII. Pag. 223—240. Davenport, Iowa 1909.

*Denison Scientific Association, Denison University, Granville, Ohio.*

595. Bulletin of the Scientific Laboratories. Vol. XVI. Pages 119—232. Granville 1910.

*Geological and Natural History Survey of Minnesota, Minneapolis.*

596. Minnesota Plant Studies. IV. Minneapolis 1910.

*Professor Edward S. Dana, New Haven.*

597. The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 31. No. 184. New Haven 1911.

*The American Geographical Society, New York.*

598. Bulletin. Vol. 43. No. 3. New York 1911.

*The Geological Society of America, New York.*

599. Bulletin. Vol. 21. No. 4. New York 1910.

*The American Mathematical Society, New York City.*

600. Bulletin. Vol. 17. No. 7. Lancaster and New York 1911.

*The American Museum of Natural History, Central Park West, New York.*

601. Journal. Vol. 11. No. 4. New York City 1911.

602. Anthropological Papers. Vol. VI. Part 2. New York 1910.

*The Lick Observatory, Mount Hamilton near San José, Cal.*

603. Bulletin. No. 192. Berkeley 1910. 4to.

*The Leland Stanford jr. University, California.*

604. Publications. University Series. No. 3—4. Stanford University 1910.

*The U. S. Weather Bureau, Dep. of Agriculture, Washington.*

\*605. Monthly Weather Review. Vol. XXXVIII. No. 11. Washington 1910. [M. I.]

*The Bureau of Fisheries, Washington.*

606. The Salmonoid Fishes of the Great Lakes. Washington 1911.

*The Smithsonian Institution, City of Washington.*

607. Report of the Board of Regents for 1908—09. Washington 1910.

608. Bureau of Ethnology. Bulletin 30. Part 2. Washington 1910.

609. Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. XIII. Part 8. Washington 1911.

610. U. S. National Museum. Bulletin. No. 75. Washington 1911.

*The Entomological Society of Ontario, Guelph.*

611. The Canadian Entomologist. Vol. 43. No. 4. London 1911.

*Instituto Geológico de México.*

\*612. Boletín. Num. 27. México 1910. [M. M.]

*La Sociedad científica „Antonio Alzate“, México.*

613. Memorias y Revista. T. 27. No. 11—12, T. 28. No. 1—8. México 1909—10.

*Observatorio Meteorológico-magnético Central de México.*

\*614. Boletín mensual. 1906. April—Julio, 1910. Enero—Marzo. México 1906—10. 4to. [M. I.]

*Observatorio Meteorológico, Morelia, Michoacan, México.*

615. Boletín mensual de la Sección Meteorológica del Estado de Michoacan. 1911. Enero. Morelia 1911. 4to.

*Ministerio de Agricultura, Buenos Aires.*

616. Boletín. T. 12. No. 2. (2 Exx.) Buenos Aires 1910.

*Bibliotheca Nacional, Rio de Janeiro.*

617. Duarte. Codigo mnemo-telegraphico. Com Addenda. Rio de Janeiro 1911.

*Department van Landbouw, Batavia.*

\*618. Mededeelingen. No. 13—14. Batavia 1910. [B. H.]

*Hr. Overassistent Pehr Bolin, Landbruks-Akademiens Experimentalfält, Stockholm.*

619. Bolin och Bågenholm. Torrämneshalten hos rotfrukter. Stockholm 1911.

*Hr. Professor, Dr. J. L. Heiberg, Selsk. Medl., København.*

620. Heiberg. Noch einmal die mittelalterliche Ptolemaios-Übersetzung. (Sonderabdruck.) Berlin 1911.

621. Heiberg. Archimedeum. (Særtryk.) København 1911.

*Hr. Professor, Dr. V. Henriques, Selsk. Medl., København.*

\*622. Gedächtnisschrift den Manen Christian Bohrs gewidmet (Skandinavisches Archiv für Physiologie. Bd. 25. H. 1—3). Leipzig 1911.

*Mrs. Lucy A. Mallory, Portland, Oregon.*

623. The World's Advance-Thought and the Universal Republic. New Series. Vol. 24. No. 4. Portland 1911.

*Hr. Professor, Dr. G. Mittag-Leffler, Selsk. Medl., Stockholm.*

624. Acta mathematica. Vol. 34. No. 3. Stockholm 1911. 4to.

*Hr. Dr. phil. K. J. V. Steenstrup, Selsk. Medl., København.*

625. Steenstrup. Om Jærnspaten i Kryoliten ved Ivigtut. (Særtryk.) København 1911.

*Det Store Kgl. Bibliotek, København.*

\*626. Katalog over Erhvervelser af nyere udenlandsk Litteratur ved Statens offentlige Biblioteker 1910. København 1911.

*Generalstabens topografiske Afdeling, København.*

\*627. Atlasblade i 1:40.000. Agersø, Kjøge, Maribo, Nakskov, Vindeby. 1911. [M. M.]

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

628. Maanedsoversigt. 1911. Marts. København 1911. Fol.

629. Bulletin météorologique du Nord. 1910. Titul, 1911. Janvier. Copenhague 1911. 4to.

*Kommissionen for Ledelsen af de geol. og geogr. Undersøgelser i Grønland, København.*

\*630. Meddelelser om Grønland. Bd. 43, 45, 47. København 1911.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*631. Bulletin. 1911. No. 7. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

*La Société physico-chimique russe, St.-Petersbourg (Université Imp.)*

632. Journal. Section de chimie. T. 42. Tables des matières, T. 43. Fasc. 1—2. St.-Petersbourg 1911.

*La Société scientifique de Varsovie.*

633. Sprawozdania. Rok IV. Zeszyt 2. Warszawa 1911.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

634. Philosophical Transactions. Series A. Vol. 211. No. 473. London 1911. 4to.

635. Philosophical Transactions. Series B. Vol. 202. No. 282—283. London 1911. 4to.

*The London Mathematical Society, London.*

636. Proceedings. Series 2. Vol. 9. Part 5. London 1911.

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluyver, Heerengracht 20).*

\*637. Museum. 18. Jaarg. No. 8. Leiden 1911. 4to. [K. B.]

*L'Observatoire Royal de Belgique, Bruxelles.*

638. Annales. Nouvelle Série. Annales astronomiques. T. XIII. Fasc. 1. Bruxelles 1910. 4to.

*Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*

\*639. Verslagen en Mededeelingen 1911. No. 3. Gent 1911. [K. B.]

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

640. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Avril. Paris 1911.

*La Société Vaudoise des Sciences naturelles, Lausanne.*

641. Bulletin. 5. Série. Vol. 47. No. 172. Lausanne 1911.

*Die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, Frankfurt a. M.*

642. 41. Bericht. Heft 3—4. Frankfurt 1910.

643. Abhandlungen. Bd. 31. Heft 1, 33. H. 1—3. Frankfurt 1910. 4to.

*Die k.-k. Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien.*

644. Abhandlungen. Bd. VI. H. 2. Jena 1910.

*Bosnisch-Hercegovinische Landesregierung, Sarajevo.*

\*646. Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen. 1909. Sarajevo 1910. 4to. [M. I.]

*Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*

646. Bollettino. 1911. No. 124. Firenze 1911.

*Circolo Matematico di Palermo.*

647. Rendiconti. T. 31. Fasc. 2. Palermo 1911.

648. Supplemento ai Rendiconti. Vol. 6. No. 1—2. Palermo 1906—10.

*Sociedade de Geographia, Lisboa.*

649. Boletim. 27. série. 1910. No. 11—12. Lisboa 1910—11.

*The University of Chicago.*

650. The President's Report. 1909—10. Chicago 1911.

*The American Geographical Society, New York.*

651. Bulletin. Vol. 43. No. 4. New York 1911.

*The American Mathematical Society, New York City.*

652. Transactions. Vol. XII. No. 2. New York 1911.

*The Lick Observatory, Mount Hamilton, near San José, California.*

653. Bulletin. No. 193—194. Berkeley 1911. 4to.

*The Meteorological Reporter to the Government of India, Calcutta.*

\*654. Monthly Weather Review. 1910. Dec. Calcutta 1910. 4to. [M. I.]

*The Linnæan Society of New South Wales, Sidney,*

655. Proceedings. Vol. 35. Part 4. Sidney 1911.

*M. Joseph Loukaschewitsch, Institut Géologique, St.-Petersbourg.*

656. Loukaschewitsch. Sur le mécanisme de l'écorce terrestre et l'origine des continents. St.-Petersbourg 1911.

*Den danske Gradmaaling, København.*

657. Den danske Gradmaaling. Ny Række. Hefte No. 7—8. København 1911. 4to.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

658. Maanedsoversigt. 1911. April. København 1911. Fol.

659. Nautisk-meteorologisk Aarbog. 1910. København 1911. 4to.

*Bergens Museum, Bergen.*

660. Naturen. Aarg. 35. No. 3—5. Bergen 1911.

*Kgl. Universitets Bibliotheket i Upsala.*

\*661. Bref och skrivelser af och till Carl v. Linné. 1. afd. del 5. Stockholm 1911.

\*662. Skrifter utgifna af Humanistiska Vetenskapssamfundet. Bd. XI. Upsala &amp; Leipzig 1906—11.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*663. Bulletin. 1911. No. 8—10. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

\*664. Mémoires. VIII<sup>e</sup> Série. Classe Phys.-Math. Vol. XVIII. No. 9, XXI. No. 6, XXIV. No. 10, XXV. No. 1—8. St.-Petersbourg 1910. 4to.

665. Das Kudatku Bilik. Teil II. Lief. 2. St. Petersburg 1910.

*La Société physico-chimique russe, St.-Petersbourg (Université Imp.)*

666. Journal. Section de chimie. T. 43. Fasc. 3. St.-Petersbourg 1911.

*La Société Imp. des Amis d'Histoire natur., d'Anthropologie et d'Ethnographie à Moscou.*

667. Mémoires. T. 121, 123. Fasc. 1. Moskva 1911. 4to.

*La Société Impériale des Naturalistes de Moscou.*

668. Nouveaux Mémoires. T. XVII. Livr. 2. Moscou 1910. 4to.

*La Rédaction de l'Annuaire Géologique et Minéralogique, Novo-Alexandria.*

\*669. Annuaire. Vol. XIII. No. 1—2. Novo-Alexandria 1911. 4to. [M. M.]

*La Société scientifique de Varsovie.*

670. Sprawozdania. Rok IV. Zeszyt 3. Warszawa 1911.

671. Prace. Wydz. nauk mat. i przyr. No. 3. Warszawa 1911.

*La Rédaction des „Travaux mathématiques et physiques“, Varsovie.*

672. Travaux math. et physiques. Vol. 21. Varsovie 1910.

*Finska Vetenskaps-Societeten, Helsingfors.*

\*673. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. H. 73. No. 1. Helsingfors 1910. [K. B.]

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

674. Proceedings. Series A. Vol. 84. No. 567, Vol. 85. No. 577—578. London 1910—11.

675. Proceedings. Series B. Vol. 83. No. 566—567. London 1911.

676. Philosophical Transactions. Series A. Vol. 211. No. 474—475. London 1911. 4to.

677. Reports of the Sleeping Sickness Commission. No. 7—9. London 1906—09.

*The Royal Astronomical Society of London.*

678. Monthly Notices. Vol. 71. No. 6—7. London 1911.

679. Memoirs. Vol. 60. P. 1. London 1911. 4to.

*The Royal Geographical Society, London W. (1. Savile Row).*

680. The Geographical Journal. Vol. 37. No. 6. London 1911.

*The Geological Society, London W. (Burlington House).*

681. Quarterly Journal. Vol. 67. Part 2. London 1911.

682. Charter and Bye-Laws. London 1911.

*Birmingham Natural History and Philosophical Society, Birmingham.*

683. List of members 1911. Annual Report for 1910. Birmingham 1911.

*The Cambridge Philosophical Society, Cambridge.*

684. Proceedings. Vol. 16. Part 2. Cambridge 1911.

*The Manchester Literary and Philosophical Society, Manchester.*

685. Memoirs and Proceedings. 1910—11. Vol. 55. P. 2. Manchester 1911.

*The National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex.*

686. Report for 1910. Teddington 1911. 4to.

687. Collected Researches. Vol. VII. 1911. s. l. &amp; a. 4to.

*The Royal Society of Edinburgh.*

688. Proceedings. Vol. 31. Part 3. Edinburgh 1911.

*The Royal Physical Society, Edinburgh.*

689. Proceedings. Session 1907—08. Vol. 17. No. 5. Edinburgh 1908.

*The Royal Irish Academy, Dublin.*

690. Proceedings. Section A. Vol. 29. No. 2. Dublin 1911.

691. Proceedings. Section C. Vol. 29. No. 4. Dublin 1911.

692. Proceedings. Vol. XXXI. Clare Island Survey. Part 4, 5, 22, 39. I. Dublin 1911.

*Les Directeurs de la Fondation Teyler à Haarlem.*

693. Archives du Musée Teyler. Sér. II. Vol. XII. Partie 2. Haarlem 1911. 4to.  
 694. Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden Godsdienst. Nieuwe Serie. Deel XVII. Haarlem 1911.

*La Commission de surveillance de l'Encyclopédie d'Islām (E. I. Brill), Leide.*

695. Enzyklopädie des Islām. Lief. 9. Leiden & Leipzig 1911.

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluyver, Heerengracht 20).*

- \*696. Museum. 18. Jaarg. No. 9. Leiden 1911. 4to. [K. B.]

*De Nederlandsche Botanische Vereeniging, Leiden.*

697. Recueil des Travaux botaniques néerlandais. Vol. VIII. Livr. 1. Nijmegen 1911.

*Het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut, Utrecht.*

698. Mededeelingen en Verhandelingen. No. 8. Utrecht 1910.

*L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles.*

699. Bulletin. Cl. des Lettres. 1911. No. 3—4. Bruxelles 1911.  
 700. Bulletin. Cl. des Sciences. 1911. No. 3—4. Bruxelles 1911.

*L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles.*

701. Bulletin. 4<sup>e</sup> Série. T. XXV. No. 3. (2 Exx.) Bruxelles 1911.

*L'Observatoire Royal de Belgique, Bruxelles.*

702. Annales. Nouv. sér. Physique du Globe. T. V. Fasc. 1. Bruxelles 1911. 4to.  
 703. Collard. Catalogue des livres etc. Fasc. 1. Bruxelles 1910.

*La Société d'Émulation de Bruges.*

- \*704. Melanges. IV—V. Bruges 1911. [K. B.]

*Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*

- \*705. Verslagen en Mededeelingen. 1911. No. 4. Gent 1911. [K. B.]

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

706. Procès-verbaux. 1911. No. 9—11. Paris 1911.  
 707. Bulletin. 1910. Fasc. 4—5. Paris 1910.  
 708. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Mai. Paris 1911.

*La Société Linnéenne de Lyon.*

709. Annales. 1909. Nouv. sér. T. 56. Lyon & Paris 1910.

*Institut océanographique, Monaco.*

710. Bulletin. No. 206—210. Monaco 1911.

*L'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*

711. Bulletin mensuel. 1911. No. 4. Montpellier 1911.

*Die Kön. Preussische Akademie der Wissenschaften, Berlin.*

712. Sitzungsberichte. 1911. No. 1—22. Berlin 1911.

*Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*

713. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VII. H. 3. Berlin 1911.

*Das Königl. Preussische Geodätische Institut, Potsdam.*

714. Veröffentlichungen. Neue Folge. No. 48—50. Berlin 1910—11. 4to & 8vo.

*Die Remeis-Sternwarte zu Bamberg.*

715. Veröffentlichungen. Reihe II. Bd. I. H. 1. Bamberg 1910. 4to.

*Die Naturwissenschaftliche Verein zu Bremen.*

716. Abhandlungen. Bd. XX. H. 2. Bremen 1911.

*Die Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*

717. Abhandlungen. Math.-Physikal. Klasse. Neue Folge. Bd. IX. No. 2. Berlin 1911. 4to.

*Die Kaiserl. Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher, Halle a. S.*

718. Nova Acta. Tomus 92—93. Halle 1910. 4to.  
719. Leopoldina. Heft. 46. Jahrg. 1910. Halle 1910. 4to.

*Die Hamburger Sternwarte, Hamburg.*

720. Astronomische Abhandlungen. Bd. II. No. 1. Hamburg 1910.

*Naturhistorisches Museum zu Hamburg.*

721. Mitteilungen. Jahrg. XXVII. Hamburg 1910.

*Die Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena.*

722. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 47. Heft 1—2. Jena 1911.

*Die Kön. Bayerische Akademie der Wissenschaften, München.*

723. Sitzungsberichte. Philos.-philol.-hist. Klasse. 1910. Abh. 8—14 & Schlussheft, 1911. Abh. 1—4. München 1910—11.  
724. Sitzungsberichte. Math.-phys. Klasse. 1910. Abh. 10—15 & Schlussheft. München 1910.  
725. Abhandlungen. Philos.-philol.-hist. Klasse. Bd. XXV. Abh. 2. München 1909. 4to.  
726. Abhandlungen. Math.-Phys. Kl. Bd. XXV. Abh. 5, Suppl.-Bd. I. Titel, II. Abh. 3—4. München 1910. 4to.  
727. Riezler. Die Kunstpflege der Wittelsbacher. (Rede.) München 1911. 4to.  
728. Hertling. Wissenschaftliche Richtungen und philosophische Probleme im 13. Jahrh. (Rede.) München 1911. 4to.

*Die Ornithologische Gesellschaft in Bayern, München.*

729. Verhandlungen. Bd. 10. München 1908—09.

*Die Kaiserl. Universitäts-Sternwarte, Strassburg.*

730. Annalen. Bd. IV. Teil I. Karlsruhe 1911. 4to.

*Die Physikalisch-Medicinische Gesellschaft zu Würzburg.*

731. Sitzungsberichte. 1910. No. 5, 1911. No. 1—2. Würzburg 1910—11.  
732. Verhandlungen. N. F. Bd. 41. No. 6—7. Würzburg 1911.

*Die kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.*

733. Sitzungsberichte. Philos.-Hist. Classe. Bd. 164. Abh. 5—6 & Schlussheft, 167. Abh. 1—2, 5. Wien 1911.

734. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. I. Bd. 119. H. 9—10. Wien 1911.
735. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II a. Bd. 120. H. 1. Wien 1911.
736. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II b. Bd. 119. H. 9—10. Wien 1910.
737. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. III. Bd. 119. H. 6—10. Wien 1910.
- Die k.-k. österreichische Kommission der internationalen Erdmessung, Wien.*  
738. Verhandlungen. Protokolle über die Sitzungen Decb. 1909 und Juni 1910. Wien 1911.
- Die k.-k. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.*  
739. Jahrbücher. Jahrg. 1904. Neue Folge. Bd. 41 mit Anhang. Wien 1906. 4to.
- Die Redaktion der „Monatshefte für Mathematik und Physik“, Wien.*  
740. Monatshefte. Jahrg. 22. 2.—3. Vierteljahr. Wien 1911.
- Die k. k. Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien.*  
741. Verhandlungen. 1911. B. 61. Heft. 3—4. Wien 1911.
- Die Mährische Museumsgesellschaft (Landesbibliothek), Brünn.*  
742. Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. Bd. X. Heft. 1. Brünn 1910.
- L'Académie des Sciences de Cracovie.*  
743. Bulletin international. Cl. de Philologie etc. 1911. No. 1—3. Cracovie 1911.
744. Bulletin international. Cl. des Sciences. 1911. A. No. 3—4, B. No. 2—4. Cracovie 1911.
- La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*  
745. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 1. Semestre. Fasc. 6—8. Roma 1911. 4to.
746. Rendiconti della classe di scienze morali, storiche e filologiche. Seria 5<sup>a</sup>. Vol. XIX. Fasc. 11—12 e Indice. Roma 1910.
- Il R. Comitato Geologico d'Italia, Roma.*  
747. Bollettino. 1909. No. 2—3. Roma 1909.
- La R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna.*  
748. Concorso al Premio Elia De Cyon. Bologna 1911.
- Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*  
749. Bollettino. 1911. No. 125. Firenze 1911.
- Die Zoologische Station zu Neapel.*  
750. Mittheilungen. Bd. 20. H. 2. Berlin 1911.
- La Società Toscana di Scienze Naturali, Pisa.*  
751. Atti. Processi verbali. Vol. 19. No. 5, 20. No. 1. Pisa 1910—11.
752. Atti. Memorie. Vol. XXVI. Pisa 1910.
- La Società Italiana di Fisica, Pisa.*  
753. Il Nuovo Cimento. Serie 6<sup>a</sup>. Vol. 1. Fasc. 2—3. Pisa 1911.

*La Reale Accademia delle Scienze di Torino.*

754. Atti. Vol. 44. Disp. 13, Vol. 46. Disp. 1—8. Torino 1909, 1911.

755. Osservazioni meteorologiche. 1910. Torino 1911.

*La Società Storica Tortonese, Tortona.*

\*756. Bollettino. Fasc. 28. Tortona 1910. [K. B.]

*La Real Academia de Ciencias, Madrid.*

757. Revista. Tomo IX. No. 6—7. Madrid 1910—11.

*La Real Academia de la Historia, Madrid.*

\*758. Boletín. Tomo 58. Cuad. 3. Madrid 1911. [K. B.]

*Sociedade de Geographia, Lisboa.*

759. Boletim. 27. série. 1910. No. 1, 4. Lisboa 1910.

*Academia Polytechnica do Porto (rua de Costa Cabral 148).*

760. Annaes Scientificos. Vol. IV. No. 4, VI. No. 1. Coimbra 1909, 1911.

761. Teixeira. Obras sobre Mathematica. Vol. II—III. Coimbra 1906.

*Τὸ ἔθνηκὸν πανεπιστήμιον ἐν Ἀθήναις.*

762. Ἐπιστημονικὴ Ἐπετήρις. 1907—09. Ἐν Ἀθήναις 1909—10.

763. Τὰ κατὰ τὴν πρυτανείαν 1907—08. Ἐν Ἀθήναις 1909.

*Academia Română, București.*

764. Analele. Secț. liter. Seria II. Tom. 32. București 1911. 4to.

765. Analele. Secț. sciint. Seria II. T. 31—32. București 1909—10. 4to.

766. Analele. Secț. istor. Seria II. T. 31—32. București 1909—10. 4to.

767. Analele. Seria II. Partea admin. T. 31—32. București 1909—10. 4to.

768. Analele. Indice alfabetic. Vol. 21—30. București 1909. 4to.

769. Discursuri de Recepțiune. 32—33. București 1909. 4to.

770. Publicatiunile fondului Vasile Adamachi. Vol. II—IV. București 906—10. 4to.

771. Din Vieța Poporului Român. IV—VIII, X. București 1908—10.

772. Bibliografia Românească veche 1508—1830. T. II. Fasc. 5—6. București 1909—10. 4to.

773. E. de Hurmuzaki. Documente privitoare la Istoria Românilor. Vol. XIII. București 1909. 4to.

774. Istoria Romana de Titus Livius. Tom. IV. București 1910.

775. Donado da Lezze. Historia Turchesca. București 1910.

776. Petrescu-Comnen. Studiu asupra Interventiunii între Capital și Muncă. București 1910.

777. Litzica. Catalogul Manuscriptelor Grecești. București 1909.

*The University of Colorado, Boulder.*

778. Studies. Vol. VIII. No. 2. Boulder 1911.

*The Museum of Comparative Zoology, Harvard College, Cambridge, Mass.*

779. Bulletin. Vol. 54. No. 5. Cambridge 1911.

*The Astronomical Observatory of the Harvard College, Cambridge, Mass.*780. 65<sup>d</sup> Annual Report of the Director. Cambridge 1911.

781. Circulars. No. 153—163. Cambridge 1910—11. 4to.

782. Annals. Vol. 59. No. 6, 65, 66, 71. Nr. 1. Cambridge 1910. 4to.

783. Dinner of the Lawrence Scientific School Association. June 29, 1910. s. l. & a.
784. Pickering. Associate Members of American Societies. s. l. 1910. *Cambridge Entomological Club, Bussey Institution, Boston, Mass.*
785. Psyche. Vol. XVIII. No. 2. Boston 1911. *The University of Chicago.*
786. Announcements. Vol. XI. No. 3. Chicago 1911.
787. Bulletin of Information. Vol. 11. No. 3. Chicago 1911. *The Iowa Geological Survey, Des Moines.*
788. Annual Report. Vol. XX. 1909. Des Moines 1910. *Professor Edward S. Dana, New Haven.*
789. The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 31. No. 185—186. New Haven 1911. *The New York Academy of Sciences, New York.*
790. Annals. Vol. XX. Part 1—2. New York 1910. *The American Geographical Society, New York.*
791. Bulletin. Vol. 43. No. 5. New York 1911. *The Geological Society of America, New York.*
792. Bulletin. Vol. 22. No. 1. New York 1911. *The American Mathematical Society, New York City.*
793. Bulletin. Vol. 17. No. 8—9. Lancaster and New York 1911. *The American Museum of Natural History, Central Park, New York.*
794. Journal. Vol. 11. No. 5. New York City 1911. *The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Penn.*
795. Proceedings. Vol. 62. Part 3. Philadelphia 1911. *The Academy of Sciences of St. Louis.*
796. Transactions. Vol. XVIII. No. 2—6, XIX. No. 1—10. St. Louis 1909—10. *The U. S. Weather Bureau, Dep. of Agriculture, Washington.*
- \*797. Monthly Weather Review. Vol. XXXVIII. No. 12. Washington 1911. [M. I.] *Bureau of Education (Dep. of the Interior) Washington, D. C.*
798. Report of the Commissioner for 1909—10. Vol. II. Washington 1911. *The Bureau of Fisheries, Washington.*
799. Documents. No. 739, 742—743, 745, Title of Reports for 1908 & 1909. Washington 1911. *Bureau of Standards (Dep. of Commerce and Labor), Washington.*
800. Bulletin. Vol. 6. Title, 7. No. 1—2. Washington 1911. *The Biological Society of Washington.*
801. Proceedings. Vol. 22. Pag. 153—172, Vol. 24. Pag. 77—102. Washington 1909, 1911. *The Smithsonian Institution, Washington D. C.*
802. Miscellaneous Collections. Vol. 56. No. 17. Washington 1911.

803. Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. XIII. Part 9. Washington 1911.
- The Entomological Society of Ontario, Guelph.*
804. The Canadian Entomologist. Vol. 43. No. 5—6. London 1911.
- Observatorio Meteorológico, Morelia, Michoacan, México.*
805. Boletín mensual de la Sección Meteorológica del Estado de Michoacan. 1911. Feb.—Abril. Morelia 1911. 4to.
- El Museo Nacional, Caracas.*
806. Revista Técnica del Ministerio de Obras publicas. Año I. No. 1—3. Caracas 1911. 4to.
- Ministerio de Agricultura, Buenos Aires.*
807. Boletín. T. 13. No. 1—5. Buenos Aires 1911.
808. Boletín mensual de Estadística agrícola 1911. Feb.—Marzo. (2 Exx.) Buenos Aires 1911.
- Instituto Geográfico Argentino, Buenos Aires.*
809. Boletín. T. XXIV. Nums. 1—12. (2 Exx.) Buenos Aires s. a.
- Bibliotheca Nacional, Rio de Janeiro.*
810. Kosmos. Anno V. No. 2—8, 10—12, VI. No. 4. Rio de Janeiro 1909—10. 4to.
811. Senna. Ferreira Vianna. Rio de Janeiro 1902.
- Het Magnetisch en meteorologisch Observatorium te Batavia.*
- \*812. Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. Jaarg. 31. I—II. 1909. Batavia 1911. [M. I.]
- Departement van Landbouw, Batavia.*
- \*813. Bulletin. No. 45. Buitenzorg 1911. [B. H.]
- Board of Scientific Advice for India, Calcutta.*
814. Annual Report for 1909—10. Calcutta 1911.
- The Geological Survey of India, Calcutta.*
815. Records. Vol. 40. Part 3—4. Calcutta 1910.
816. Memoirs. Vol. 39. Part 1. Calcutta 1911.
- The Meteorological Reporter to the Government of India, Calcutta.*
- \*817. Monthly Weather Review. 1911. Jan. Calcutta 1911. 4to. [M. I.]
- The Kodaikanal and Madras Observatories, Madras.*
818. Kodaikanal Observatory Bulletin. No. 23. Madras 1911. 4to.
819. Report for 1910. Madras 1911. 4to.
- Teikoku Daigaku, Imperial University of Japan, Tōkyō.*
820. Journal of the College of Sciences. Vol. 27. Art. 19—20, Vol. 28. Art. 5—6. Tōkyō 1910—11.
- The Kyōto Imperial University, Kyōto.*
821. Memoirs of the College of Science and Engineering. Vol. III. No. 1—3. Kyōto 1911.
- L'Institut de Carthage, Tunis.*
- \*822. Revue Tunisienne. No. 87. Tunis 1911. [K. B.]

*The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*

823. South African Journal of Science. Vol. VII. No. 6. Cape Town 1911.

*The South African Museum, Cape Town.*

824. Annals. Vol. IX. Part 1. Cape Town 1911.

*The Royal Society of Victoria, Melbourne.*

825. Proceedings. New Series. Vol. XXIII. P. 2. Melbourne 1911.

---

*Kommissionen for Danmarks geologiske Undersøgelse, København.*

\*826. Danmarks geologiske Undersøgelse. 2. Række. No. 24—25. København 1910.

*Det Kgl. Akademi for de skønne Kunster, København.*

\*827. Aarsberetning for 1910—11. København 1911.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

828. Maanedsoversigt. 1911. Maj—Juni. København 1911. Fol.

829. Bulletin météorologique du Nord. 1911. Février—Avril. Copenhague 1911. 4to.

830. Meteorologisk Aarbog. 1908. II. København 1911. Fol.

*Københavns Observatorium.*

831. Publikationer og mindre Meddelelser. No. 3. Kiel 1911. 4to.

*Den danske arktiske Station paa Disko.*

832. Arbejder. No. 1—5. København 1910—11.

*Norges geografiske Opmaaling, Kristiania.*

\*833. Sjøkartter. No. 54, 65, 67, 215, 216 & midlertidig Kort over en Del Fjordbunde. Kristiania 1911. Fol. [M. M.]

*Videnskabselskabet i Kristiania.*

\*834. Forhandlinger. 1910. Christiania 1911.

\*835. Skrifter. I. Math.-naturv. Klasse. 1910. Christiania 1911.

\*836. Skrifter. II. Historisk-filosofisk Klasse. 1910. Christiania 1911.

*Den Norske Historiske Kildeskriftkommission, Kristiania (Univ.-Bibl.).*

837. Det Arnamagnæanske Haandskrift. 81 a. Fol. Udg. ved A. Kjær. Hefte 2. Kristiania 1911.

*Bergens Museum, Bergen.*

\*838. Aarbog. 1911. Hefte 1. Bergen 1911.

839. Naturen. Aarg. 35. No. 6—8. Bergen 1911.

\*840. G. O. Sars. Crustacea of Norway. Vol. V. Part 33—34. Bergen 1911. 4to.

*Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm.*

\*841. Afhandlingar och uppsatser. Serie C. Nr. 237. Stockholm 1911. [M. M.]

*Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien, Stockholm.*

842. Fornvännen. 1910. Häftet 5, 1911. H. 1—2. Stockholm 1910.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*843. Bulletin. 1911. No. 11. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

*La Société physico-chimique russe, St.-Pétersbourg (Université Imp.).*

844. Journal. Section de Chimie. T. 43. Fasc. 4. St.-Pétersbourg 1911.

*La Société Imp. archéologique russe, St.-Pétersbourg.*

\*845. Mémoires. Section russe et slave. T. VIII. Fasc. 2. St.-Pétersbourg 1909. [K. B.]

\*846. Mémoires. Section classique. T. VI. St.-Pétersbourg 1910. [K. B.]

\*847. Mémoires. Section orientale. T. XVIII. Fasc. 4, XIX. 1—3. St.-Pétersbourg 1907—09. [K. B.]

\*848. Mémoires. Section numismatique. T. I. Fasc. 2—3. St.-Pétersbourg 1909. [K. B.]

849. Papadopoulo-Kérameus. Manuel d'iconographie crétienne. St.-Pétersbourg 1909.

850. Mémoire sur M. le baron Victor Rosen. St.-Pétersbourg 1909.

*La Société Entomologique de Russie, St.-Pétersbourg.*

851. Revue Russe d'Entomologie. T. X. Titre, T. XI. No. 1. St.-Pétersbourg 1911.

*Le Comité Géologique (à l'Inst. des Mines) St.-Pétersbourg.*

852. Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie. Région d'Iénisséi. Livr. 9 & Description des feuilles Z. 7, J. 7. St.-Pétersbourg 1910.

853. Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie. Région de l'Amour. Livr. 10. St.-Pétersbourg 1910.

854. Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie. Région de la Léna. Description des feuilles V. 1—2. St.-Pétersbourg 1910.

855. Carte du bassin houiller du Donetz. Description des feuilles VII. 25 et VII. 26. St.-Pétersbourg 1910—11.

*L'Institut Impérial de Médecine expérimentale à St.-Pétersbourg.*

856. Archives des Sciences biologiques. T. XVI. Nos. 3—4. St.-Pétersbourg 1911.

*Das meteorologische Observatorium der Kais. Universität, Moskva.*

\*857. Beobachtungen. 1908—1909, Moskva 1909—1910. [M. I.]

\*858. Leyst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau 1908—1909. (Sonderabdruck.) Moskva 1909—10. [M. I.]

*Les Musées Public et Roumiantzoff à Moscou.*

859. Compte-Rendu. 1910. (2 Expl.) Moscou 1911.

*La Société Imp. des Amis d'Histoire natur., d'Anthropologie et d'Ethnographie à Moscou.*

860. Mémoires. T. 122. Moskva 1911. 4to.

*La Rédaction de l'Annuaire Géologique et Minéralogique, Novo-Alexandria.*

\*861. Annuaire. Vol. XI. No. 8, XIII. No. 3—4. Novo-Alexandria 1910—11. 4to. [M. M.]

*La Société scientifique de Varsovie.*

862. Sprawozdania. Rok IV. Zeszyt 4—5. Warszawa 1911.

*Die Meteorologische Zentralanstalt, Helsingfors.*

863. Meteorologisches Jahrbuch für Finland. 1903. Beilage, 1904, 1909. Teil 2. Helsingfors 1910—11. 4to.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

864. Proceedings. Series A. Vol. 85. No. 579—80. London 1911.  
 865. Proceedings. Series B. Vol. 84. No. 568—70. London 1911.  
 866. Philosophical Transactions. Series A. Vol. 211. Nr. 476—477. London 1911, 4to.  
 867. Philosophical Transactions. Series B. Vol. 202. No. 284—286. London 1911. 4to.

*The British Association for the Advancement of Science London W. (Burlington House).*

868. Report of the 80th meeting, held at Sheffield 1910. London 1911.

*The Royal Astronomical Society of London.*

869. Monthly Notices. Vol. 71. No. 8. London 1911.  
 870. Monthly Notices. General Index to Vol. 53—70. London 1911.  
 871. Memoirs. Vol. 60. Part 2. London 1911. 4to.

*The Royal Geographical Society, London W. (1. Savile Row).*

872. The Geographical Journal. Vol. 38. No. 1—2. London 1911.

*The Linnean Society of London.*

873. Journal. Botany. Vol. 39. No. 273. London 1911.  
 874. Journal. Zoology. Vol. 32. No. 211. London 1911.  
 875. Transactions. Second Series. Botany. Vol. VII. P. 15. London 1910. 4to.  
 876. Transactions. Second Series. Zoology. Vol. X. P. 10, XI. 6—7, XIII. 4, XIV. 1. London 1910—11, 4to.

*The London Mathematical Society, London.*

877. Proceedings. Series 2. Vol. 9. Part 6—7, Vol. 10. P. 1. London 1911.

*The Royal Microscopical Society, London (20, Hannover Square).*

878. Journal. 1911. Part 3—4. London 1911.

*The Zoological Society of London.*

879. Proceedings. 1911. Part 2. London 1911.  
 880. Transactions. Vol. XVIII. Part 5. London 1911. 4to.

*The Astronomer Royal, Royal Observatory, Greenwich, London S. E.*

881. Astronomical and magnetical and meteorological observations. 1909. London 1911. 4to.

*The University Observatory, Oxford.*

882. Astrographic Catalogue 1900'0. Oxford Section. Vol. VII. Edinburgh 1911. 4to.

*The Yorkshire Philosophical Society, York.*

883. Annual Report. 1910. York 1911.

*The Royal Society of Edinburgh.*

884. Proceedings. Vol. 31. Part 4. Edinburgh 1911.

*The Royal Physical Society, Edinburgh.*

885. Proceedings. Session 1910—11. Vol. 18. No. 3. Edinburgh 1911.

*The Royal Irish Academy, Dublin.*

886. Proceedings. Section A. Vol. 29. No. 3—4. Dublin 1911.

887. Proceedings. Section C. Vol. 29. No. 5—6. Dublin 1911.

888. Proceedings. Vol. XXXI. Clare Island Survey. Part 37, 38, 52. Dublin 1911.

*The Royal Dublin Society, Dublin.*

889. Scientific Proceedings. New Series. Vol. XII. No. 37 &amp; Index, XIII. 1—10. Dublin 1911.

*Technische Hoogeschool te Delft.*

890. Brouwer. Transvaalsche Nepheliensyeniten. (Proefschrift.) 's Gravenhage 1910.

891. Franck. Kern- en Celdeeling en Microsporogenese bij het Suikerriet. (Proefschrift.) Amsterdam 1911.

892. Meijerringh. Factoren op het Vochtgehalte der Boter van Invloed. (Proefschrift.) 's Gravenhage 1911.

893. Thieme. Het Laurinezuur en de Laurinen. (Proefschrift.) Gouda 1911.

894. v. d. Waerden. Geschooldheid en Techniek. (Proefschrift.) Amsterdam 1911.

895. v. d. Veen. Onderzoek naar de Symmetrie van Diamant. (Proefschrift.) Leiden 1911.

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluyver, Heerengracht 20).*

\*896. Museum. 18. Jaarg. No. 10. Leiden 1911. 4to. [K. B.]

*L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles.*

897. Bulletin. Cl. des Lettres. 1911. No. 5—7. Bruxelles 1911.

898. Bulletin. Cl. des Sciences. 1911. No. 5—7. Bruxelles 1911.

899. Mémoires de la Classe des Lettres etc. Coll. in-4<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> série. T. IV. Fasc. 2. Bruxelles 1911. 4to.900. Mémoires de la Classe des Sciences. Coll. in-8<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> sér. T. III. Fasc. 1. Bruxelles 1911.901. Mémoires de la Classe des Sciences. Coll. in-4<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> sér. T. III. Fasc. 5. Bruxelles 1911. 4to.

\*902. Inventaire des Archives Farnésiennes à Naples. Bruxelles 1911. [K. B.]

*L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles.*903. Bulletin. 4<sup>e</sup> Série. T. XXV. No. 4—5. Bruxelles 1910.*Jardin Botanique de l'Etat, Bruxelles.*

\*904. Bulletin. Vol. 3. Fasc. 1. Bruxelles 1911. [K. B.]

*La Société de Botanique, Bruxelles.*

905. Bulletin. T. 47. Fasc. 1—4. Bruxelles 1910—11.

*La Société Belge de Géologie, Bruxelles.*

906. Bulletin. Procès-Verbal. T. 24. No. 8—10, T. 25. No. 1—5. Bruxelles 1910—11.

907. Bulletin. Mémoires. T. 24. No. 3—4. Bruxelles 1910—11.  
 908. Nouveaux Mémoires. Série in-4to. No. 3. Bruxelles 1910. 4to.
- Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique, Bruxelles.*  
 909. Kidston. Les végétaux houillers. Bruxelles 1911. 4to.  
 910. Traquair. Les poissons wealdiens. Bruxelles 1911. 4to.  
 911. Lambert. Échinides crétacés. II. Bruxelles 1911. 4to.
- La Société d'Émulation de Bruges.*  
 \*912. Annales. Tome 61. Fasc. 2. Bruges 1911. [K. B.]
- Kon Vlaamsche Academie. Gent.*  
 \*913. Verslagen en Mededeelingen. 1911. No. 5—6. Gent 1911. [K. B.]
- L'Académie des Sciences de l'Institut de France, Paris.*  
 914. Mémoires. Série II. T. 50—51 (avec Atlas). Paris 1908—10. 4to.  
 915. Mémoires présentés par divers savants. Série II. T. 33—34. Paris 1908—09. 4to.
- L'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France, Paris.*  
 916. Mémoires. T. 38. Partie 1. Paris 1909. 4to.  
 917. Notices et Extraits des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale. T. 39. Partie 1. Paris 1909. 4to.  
 918. Corpus Inscriptionum Semiticarum. Pars prima. T. II. Fasc. 3 (cum tabulis), Pars quarta. T. I. Fasc. 4 (cum tabulis). Paris 1908. 4to.
- L'Académie des Sciences Morales et Politiques de l'Institut de France, Paris.*  
 919. Mémoires. T. 26—27. Paris 1909—10. 4to.  
 920. Collection des Ordonnances. Catalogue des Actes de François I. T. 10. Paris 1908. 4to.  
 921. Notices biographiques et bibliographiques. 1906—07. Paris 1907.
- La Société Mathématique de France, Paris (Rue Pierre Nicole 7).*  
 922. Bulletin. T. 39. Fasc. 2. Paris 1911.
- La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*  
 923. Procès-verbaux. 1911. No. 13—14. Paris 1911.  
 924. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Juin—Juillet. Paris 1911.
- L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon.*  
 925. Mémoires. Sciences et Lettres. 3<sup>e</sup> Série. T. X. Paris et Lyon 1910.
- L'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*  
 926. Bulletin mensuel. 1911. No. 5—8. Montpellier 1911.
- La Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.*  
 927. Mémoires. T. 37. Fasc. 2. Genève & Paris 1911. 4to.
- La Société Vaudoise des Sciences naturelles, Lausanne.*  
 928. Bulletin. 5. Série. Vol. 47. No. 173. Lausanne 1911.
- Die Naturforschende Gesellschaft in Zürich.*  
 929. Vierteljahrsschrift. Jahrg. 55. H. 3—4. Zürich 1911.

*Die Kön. Preussische Akademie der Wissenschaften, Berlin.*

930. Sitzungsberichte. 1910. No. 23—38. Berlin 1911.  
 931. Abhandlungen. Phil.-hist. Classe. 1910. Berlin 1910. 4to.  
 932. Abhandlungen. Phys.-math. Classe. 1910. Berlin 1910. 4to.

*Die Archaeologische Gesellschaft zu Berlin.*

933. Stradonitz. Eduard Gerhard. Berlin 1911.

*Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*

934. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VII. H. 4—8. Berlin 1911.

*Königl. Preussisches Meteorologisches Institut, Berlin W.*

935. Abhandlungen. Bd. IV. No. 1—4. Berlin 1911. 4to.  
 936. Hellmann. Regenkarten der Provinz Ostpreussen. Berlin 1911.

*Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Charlottenburg (Berlin).*

937. Die Thätigkeit im Jahre 1910. (Sonderabdruck.) Berlin 1911.

*Centralbureau der Internationalen Erdmessung, (Telegraphenberg) Potsdam.*

938. Verhandlungen der 16. Conferenz der Internationalen Erdmessung. 1909. Theil II. Leyde 1911. 4to.

*Das Königl. Christianeum, Altona.*

939. Jahresbericht. 1910—11. Altona 1911.

*Die Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden.*

940. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1911. Jan.—Juni. Dresden 1911.

*Der Naturwissenschaftliche Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald.*

941. Mittheilungen. Jahrg. 42. Berlin 1911.

*Die kön. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*

- \*942. Nachrichten. Phil.-hist. Klasse. 1911. Heft 1-2. Berlin 1910. [S. A.]  
 \*943. Nachrichten. Math.-phys. Klasse. 1911. H. 1-2. Berlin 1910. [S. A.]

*Die Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena.*

944. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 47. Heft 3. Jena 1911.

*Die Kön. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Leipzig.*

945. Berichte. Philol.-hist. Klasse. Bd. 62. No. 10—11. Leipzig 1910.  
 946. Berichte. Math.-phys. Klasse. Bd. 62. No. 6—7, Bd. 63. No. 1—3. Leipzig 1910—11  
 947. Abhandlungen. Philol.-hist. Classe. Bd. 28. No. 5—7. Leipzig 1911.

*Das Directorium des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg.*

948. Anzeiger. Jahrg. 1910. H. 1—4. Nürnberg 1910.  
 949. Mittheilungen. Jahrg. 1910. Nürnberg 1910.

*Die Wissenschaftliche Gesellschaft in Strassburg.*

950. Schriften. Heft 7. Strassburg 1911.

*Das Kais. Observatorium in Wilhelmshaven.*

951. Übersicht über die Tätigkeit des Erdmagnetismus. 1911. Blatt 3. Berlin 1911. 4to.  
 952. Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen. 1910. N. F. Heft 1. Berlin 1911. 4to.

*Die kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.*

953. Sitzungsberichte. Philos.-Hist. Classe. Bd. 165. Abh. 2 & 5. Wien 1911.  
 954. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. I. Bd. 120. H. 1—2. Wien 1911.  
 955. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II a. Bd. 120. H. 2. Wien 1911.  
 956. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II b. Bd. 120. H. 1. Wien 1911.  
 957. Denkschriften. Philos.-Hist. Classe. Bd. 53. Titel. Wien 1910. 4to.  
 958. Archiv für österr. Geschichte. Bd. 100. 2. Hälfte. Wien 1911.

*Die k.-k. Geologische Reichsanstalt, Wien.*

959. Verhandlungen. 1911. No. 3—7. Wien 1911. 4to.  
 960. Jahrbuch. 1910. Bd. 60. H. 4, 1911. Bd. 61. H. 1—2. Wien 1910—11. 4to.

*Die k. k. Sternwarte zu Prag.*

961. Magnetische und meteorologische Beobachtungen. 1910. Prag 1911. 4to.

*Die Mährische Museumsgesellschaft (Landesbibliothek), Brünn.*

962. Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. Bd. XI. Heft 1—2.  
 963. Časopis moravského musea zemského. Ročník XI. Číslo 2. V Brně 1911.  
 964. Zprava. Rok 1910. V Brně 1911.

*L'Academie des Sciences de Cracovie.*

965. Rocznik. Rok 1909—10. W Krakowie 1910.  
 966. Rozprawy (Mémoires) wydz. filolog. Serya II. T. 20. Zesz 2, Serya III. T. 2. W Krakowie 1910.  
 967. Rozprawy (Mémoires) wydz. histor.-filozo.. Serya II. T. 28. W Krakowie 1910.  
 968. Rozprawy (Mémoires) wydz. mat.-przyr. Ser. III. T. 10 A & B, W Krakowie 1911.  
 969. Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej. T. 44. W Krakowie 1910.  
 970. Bibliotheka Pisarzy Polskich. T. 56—59. W Krakowie 1910.  
 971. Acta historica 1508—1795. Tom. XII. Vol. III. W Krakowie 1910.  
 972. Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce. T. XI—XII. Kraków 1910.  
 973. Materiały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne. T. XI. W Krakowie 1910.  
 974. Finkel. Elekcyja Zygmunta I. W Krakowie 1910.  
 975. Sobeski. Uzasadnienie metody obiektywnej w estetyce. Kraków 1910.  
 976. Szpotański. Maurycy Mochnacki. W Krakowie 1910.

977. Tokarz. Warszawa przed wybuchem powstania. W Krakowie 1911.  
 978. Tretiak. Bohdan Zaleski. Kraków 1911.  
 979. Wrzosek. Jędrzej Śniadecki. T. I—II. W Krakowie 1910.  
 980. Żółtowski. Metoda Hegla. Kraków 1910.  
 981. Talko-Hryniewicz. Materiały do etnologii i antropologii ludów Azji środkowej. Krakow 1910.
- Hrvatsko Arkeologičko Društvo, Zagreb (Agram).*  
 982. Vjesnik. Nove Serije. Sveska XI. Zagreb 1911.
- La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*  
 983. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 1. Semestre. Fasc. 9—12 e Indice. Roma 1911. 4to.  
 984. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Notizie degli scavi di antichità. Vol. VII. Fasc. 11—12. Roma 1910. 4to.  
 985. Atti. Rendiconto dell' adunanza solenne. 1911. Vol. II. Roma 1911. 4to.  
 986. Cinquanta anni di Storia italiana. Vol. I—II. Milano 1911.
- La Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Roma,*  
 987. Bollettino del Comitato talassografico. No. 7—10 & Indice del Vol. I. Roma 1911.  
 988. Atti. Riunione 4. 1910. Roma 1911.
- Il R. Comitato Geologico d'Italia, Roma,*  
 989. Bollettino. 1910. No. 4 & Indice. Roma 1911.
- La R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna.*  
 990. Rendiconto. Cl. di Scienze fisiche. Nuova Ser. Vol. XIV. Bologna 1910.  
 \*991. Memorie. Cl. di Scienze fisiche. Serie VI. Tomo 7. Fase. 1—4 e Suppl. Bologna 1910—11. 4to. [K. B.]
- Biblioteca Nazionale Centrale de Firenze.*  
 992. Bollettino. 1911. No. 126—127. Firenze 1911.
- La R. Accademia della Crusca, Firenze.*  
 993. Atti. Anno 1909—10. Firenze 1911.
- R. Stazione di Entomologia agraria, Firenze.*  
 994. Redia. Vol. VII. Fasc. 1. Firenze 1911.
- La Regia Accademia di Scienze, Lettere e Arti in Modena.*  
 995. Memorie. Serie III. Vol. IX. Modena 1910. 4to.
- La Società Reale di Napoli.*  
 996. Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Serie 3<sup>a</sup>. Vol. 17. Fasc. 1—4. Napoli 1911.
- La Società Toscana di Scienze Naturali, Pisa.*  
 997. Atti. Processi verbali. Vol. 20. No. 2—3. Pisa 1911.
- La Società Italiana di Fisica, Pisa.*  
 998. Il Nuovo Cimento. Serie 6<sup>a</sup>. Vol. 1. Fasc. 4—7. Pisa 1911.
- La R. Accademia dei Fisiocritici di Siena.*  
 999. Atti. Serie V. Vol. II. No. 7—10. Siena 1910—11.

*La Società Storica Tortonese, Tortona.*

\*1000. Bollettino. Fasc. 29. Tortona 1911. [K. B.]

*Il Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Venezia.*

1001. Concorsi a Premio. Venezia 1911.

*La Società di Scienze naturali ed economiche, Palermo.*

1002. Giornale. Vol. XXVIII. Palermo 1911. 4to.

*Circolo Matematico di Palermo.*

1003. Rendiconti. T. 31. Fasc. 3. Palermo 1911.

1004. Supplemento ai Rendiconti. Vol. 5. No. 5—6, Vol. 6. No. 3—4. Palermo 1906—10.

*La Real Academia de Ciencias, Madrid.*

1005. Revista. Tomo IX. No. 8—10, Madrid 1911.

*La Real Academia de la Historia, Madrid.*

\*1006. Boletín. Tomo 58. Cuad. 4. Madrid 1911. [K. B.]

*Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.*

1007. Memorias. 3ª Epoca. Vol. VIII. No. 28—31 y Índice. Barcelona 1911. 4to.

*Sociedade de Geographia, Lisboa.*

1008. Boletín. 29. série. 1911. No. 1—5. Lisboa 1911.

*L'Académie Royale de Serbie, Belgrade.*

1009. Godišnjak (Annuaire). 1909. Belgrade 1910.

1010. Glas. H. 81, 83, 84, 86. Belgrade 1910—11.

1011. Spomenik (Mémoires). T. 49—50. Belgrade 1910. 4to.

1012. Srpski etnografski Zbornik (Collection ethnographique). T. 16—17. Belgrade 1910—11.

1013. Pavlovič. La Serbie 1788—91. U Beogradu 1910.

1014. Radonič. Brankovič. U Beogradu 1911.

*The Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland.*

1015. Circulars. 1910. No. 5—10, 1911. No. 1—2. Baltimore 1910—11.

1016. American Journal of Philology. Vol. 31. No. 2—4. Baltimore 1910.

1017. American Chemical Journal. Vol. 43. No. 6, 44. No. 1—6, 45. No. 1—3. Baltimore 1910—11.

1018. American Journal of Mathematics. Vol. 32, No. 3—4, 33. No. 1. Baltimore 1910. 4to.

1019. Studies in Hist. and Polit. Science. Series 28. No. 1—4. Baltimore 1910.

*The Peabody Institute of the City of Baltimore.*

1020. 44. Annual report. June 1911. Baltimore 1911.

*The University of California, Berkeley.*

1021. The University Chronicle. Vol. XIII. No. 1—2. Berkeley 1911.

1022. Bulletin. 3. Series. Vol. IV. No. 5—9. Berkeley 1911.

1023. Publications. Amer. Archæology and Ethnology. Vol. VIII. Title Vol. 9. No. 3, Vol. 10. No. 1. Berkeley 1910.

1024. Publications. Botany. Vol. 4. No. 7—10. Berkeley 1911.

1025. Bulletin of the Department of Geology. Vol. VI. No. 3—7. Berkeley 1911.
1026. Publications. Philosophy. Vol. IV. No. 4—5. Berkeley 1911.
1027. Publications. Zoology. Vol. VI. No. 14, VII. No. 3—6. VIII. No. 1. Berkeley 1911.
1028. Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 208—11. Berkeley 1911.
- The American Academy of Arts and Sciences, Boston, Mass.*
1029. Proceedings. Vol. 46. No. 18—24, Vol. 47. No. 1—3. Boston 1911.
- The University of Colorado, Boulder.*
1030. Studies. Vol. VIII. No. 3—4. Boulder 1911.
- The Astronomical Observatory of Harvard College, Cambridge, Mass.*
1031. Circulars. No. 164—166. Cambridge 1911. 4to.
1032. Annals. Vol. 56. No. 5, Vol. 59. No. 7—8, Vol. 64, No. 7, Vol. 68. Part 2. Cambridge 1911. 4to.
1033. Sale of Publications. s. l. 1911. 4to.
- The Museum of Comparative Zoölogy, Harvard College, Cambridge, Mass.*
1034. Bulletin. Vol. 53. No. 5, Vol. 54. No. 6. Cambridge 1911.
1035. Memoirs. Vol. 45. No. 1. Cambridge 1911. 4to.
- Cambridge Entomological Club, Bussey Institution, Boston, Mass.*
1036. Psyche. Vol. XVIII. No. 3. Boston 1911.
- The University of Chicago.*
1037. Circular of Information. Vol. 11. No. 3—4. Chicago 1911.
- Ohio State University, Columbus, Ohio.*
1038. Bulletin from the Laboratories of Natural History. Vol. VI. No. 1. Jowa City 1911.
- Denison Scientific Association, Denison University, Granville, Ohio.*
1039. Bulletin of the Scientific Laboratories. Vol. XVI. Pages 233—346. Granville 1911.
- University of Nebraska, Agricultural Experiment Station, Lincoln.*
1040. Bulletin. No. 117—120. Lincoln 1911.
- The Connecticut Academy of Arts and Sciences, New Haven.*
1041. Transactions. Vol. 16. Pag. 247—382. New Haven 1911.
1042. Memoirs. Vol. III. New Haven 1911. 4to.
- Professor Edward S. Dana, New Haven.*
1043. The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 32. No. 187—188. Haven 1911.
- The New York Academy of Sciences, New York.*
1044. Annals. Vol. XXI. Pages 1—86. New York 1911.
- Brooklyn Institute of Arts and Sciences, New York.*
1045. Science Bulletin. Vol. I. Title & Index. New York 1910.
- The American Geographical Society, New York.*
1046. Bulletin. Vol. 43. No. 6—8. New York 1911.

*The Geological Society of America, New York.*

1047. Bulletin. Vol. 22. No. 2. New York 1911.

*The American Mathematical Society, New York City.*

1048. Bulletin. Vol. 17. No. 10. Lancaster and New York 1911.

1049. Transactions. Vol. XII. No. 3. New York 1911.

*The American Museum of Natural History, Central Park West, New York.*

1050. Annual Report for 1910. New York 1911.

1051. Bulletin. Vol. 29. New York 1911.

1052. Memoirs. Vol. III. Title &amp; Index. Leiden &amp; New York 1907. 4to.

1053. Anthropological Papers. Vol. V. Part 2, VII. 1. New York 1910—11.

1054. Guide Leaflet. No. 31—33. New York 1910—11.

*The University Museum, Philadelphia.*

\*1055. The Museum Journal. Vol. II. No. 1. Philadelphia 1911.

1056. Eckley B. Coxe jr. Expedition to Nubia. Vol. V. Philadelphia 1911. 4to.

1057. The Babylonian Expedition. Series A. Cuneiform Texts. Vol. III. Part 1, VI. P. 1—2, VIII. P. I, IX, X, XIV, XV, XVII. P. 1, XX. P. 1, XXIX. P. 1. Philadelphia 1898—1911. 4to.

1058. The Babylonian Expedition. Series D. Researches and Treatises. Vol. I. Philadelphia 1904.

1059. Anthropological Publications. Vol. I. No. 1—2, II. No. 1, III. No. 1. Philadelphia 1909—11. 4to.

*The American Philosophical Society, Philadelphia.*

1060. Proceedings. Vol. 50. No. 198. Philadelphia 1911.

*The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Penn.*

1061. Proceedings. Vol. 63. Part 1. Philadelphia 1911.

*The Princeton University Observatory, Princeton, N. J.*

1062. Contributions. No. 1. Princeton. N. J. 1911. 4to.

*The Allegheny Observatory, Pittsburgh, Pennsylvania.*

1063. Publications. Vol. 2. No. 11—13. Lancaster 1911. 4to.

*The Rochester Academy of Sciences, Rochester, N. Y.*

1064. Proceedings. Vol. IV. Pag. 233—241, V. Pag. 1—38. Rochester N. Y. 1910—11.

*The Lick Observatory, Mount Hamilton, near San José, California.*

1065. Bulletin. No. 195—200. Berkeley 1911. 4to.

*The University of Illinois, Urbana.*

1066. Bulletin. Vol. VII. No. 26, 28, VIII. No. 17 Urbana 1910.

1067. Agricultural Experiment Station. Bulletin. No. 146. Urbana 1910.

*U. S. Department of Agriculture, Washington.*

\*1068. Bureau of Animal Industry. 26. Annual Report. 1909. Washington 1910. [H. L.]

\*1069. Bureau of Animal Industry. Billetin. No. 110. P. II, 124, 125. P. I, 126, 127, 129—137. Washington 1910—1911. [L. H.]

- \*1070. Bureau of Animal Industry. Cirkular. No. 31 (3. Rev.), 162—179. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1071. Bureau of Animal Industry. Index-Catalogue of Medical and Veterinary Zoology. Part 30—34. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1072. Bureau of Animal Industry. Orders. No. 143. Amendment 5, 146. Am. 8—9, 167. Am. 2, 168. Am. 1—3, 169 & Am. 1—2, 170—173, 175 & Am. 1—4, 176, 177, 178 & Am. 1, 179, 180. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1073. Bureau of Biological Survey. Bulletin. No. 34—37. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1074. Bureau of Biological Survey. Circular. No. 74, 76—80. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1075. Bureau of Biological Survey. North American Fauna. No. 31—32. Washington 1909. [L. H.]
- \*1076. Bureau of Chemistry. Bulletin. No. 133—136, 139—140. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1077. Bureau of Chemistry. Circular No. 16 (rev.), 61—73. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1078. Crop Reporter. Vol. XII. No. 8—12 & Supplement, XIII. No. 1—6. Washington 1910—11. 4to. [L. H.]
- \*1079. Bureau of Entomology. Bulletin. No. 58, 58. Index. 64, 64. Part IX—X & Index, 66, 75, 75. Index, 80. P. V—VII, VII (rev.) VIII. 82. P. V—VII, 85. P. I, IV (rev.), VII—VIII & Index, 87, 89, 90. P. I—III, 93, 94. P. I, 95. P. I—II, 96. P. I—III, 97. P. I—III, 99. P. 1. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1080. Bureau of Entomology. Circular No. 122, 124—141. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1081. Bureau of Entomology. Technical Series. No. 16. Part IV. 19. P. III, 20. P. I—IV, 21. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1082. Office of Experiment Stations. Annual Report for the year ended June 30, 1909. Washington 1910. [L. H.]
- \*1083. Office of Experiment Stations. Bulletin. No. 227—229, 230. Part I—II. 231—234, 236—239. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1084. Office of Experiment Stations. Circular No. 99—112. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1085. Office of Experiment Stations. Record. Vol. XXII. No. 6 & Index. XXIII. 2—5, 7—8 & Index, XXIV. 1—6. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1086. Office of Experiment Stations. Experiment Station Work. Vol. III. No. 18—20. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1087. Office of Experiment Stations. List of Station Publications received by the Office during 1910 August, 1911 March. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1088. Office of Experiment Stations. Alaska Agricultural Experiment Stations. Annual Report for 1909. Washington 1910. [L. H.]
- \*1089. Office of Experiment Stations. Hawaii Agricultural Experiment Station. Annual Report for 1910. Washington 1911. [L. H.]

- \*1090. Office of Experiment Stations. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin. No. 22, 24. Washington 1911. [L. H.]
- \*1091. Office of Experiment Stations. Hawaii Agricultural Experiment Station. Press Bulletin. No. 27—30. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1092. Office of Experiment Stations. Porto Rico Agricultural Experiment Station. Annual Report for 1909. Mayaguez 1910. [L. H.]
- \*1093. Office of Experiment Stations. Porto Rico Agricultural Experiment Station. Bulletin. No. 10. Washington 1911. [L. H.]
- \*1094. Farmers' Bulletin. No. 104 (rev.), 407—453. Washington 1909—10. [L. H.]
- \*1095. Forest Service. Bulletin. No. 80, 82—84, 87—89, 92, 93. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1096. Forest Service. Circular. No. 58 (2. rev.), 69 (reprint), 93 (rev.), 170, 175, 177, 179, 181—184. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1097. Forest Service. The Woodsman's Handbook (rev.). (Bulletin 36.) Washington 1910. [L. H.]
- \*1098. Library. Monthly Bulletin. Vol. I. No. 6—12, I . No. 1—4. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1099. Bureau of Plant Industry. Bulletin. No. 172, 182, 185—205, 207—213. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1100. Bureau of Plant Industry. Circular No. 64—79, 81, 85. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1101. Bureau of Plant Industry. Farmer's Cooperative Demonstration Work. No. „A“. 71—72, 74—75. Washington 1911. [L. H.]
- \*1102. Bureau of Plant Industry. Distribution of Cotton Seed in 1911. Washington 1911. [L. H.]
- \*1103. Division of Publications. Monthly List of Publications. 1910 July—1911 May. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1104. Division of Publications. Circular No. 1 (rev. July 1, 1910), 2 (rev. to June 15, 1910), 3 (rev. to Oct. 15, 1910), 7—18. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1105. Office of Public Roads. Circular No. 93—94. Washington 1911. [L. H.]
- \*1106. Report. No. 92—93. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1107. Report of the Secretary for 1910. Washington 1910. [L. H.]
- \*1108. Office of the Secretary. Circular No. 33—35. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1109. Office of the Secretary. Board of Food and Drug Inspection. Food and Drugs Act, Notice of Judgment. No. 458—831, 833—838, 840—872, 874—894. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1110. Office of the Secretary. Food Inspection. Decisions 126—137. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1111. Bureau of Soils. Bulletin. No. 61, 68, 70—76, 78—79. Washington 1910—11. [L. H.]
- \*1112. Bureau of Soils. Circular Nr. 22—29. Washington 1911. [L. H.]
- \*1113. Office of the Solicitor. Circular No. 40—50, 52—53. Washington 1910—11. [L. H.]

- \*1114. Bureau of Statistics. Bulletin. No. 78, 81—83. Washington 1910. [L. H.]
- \*1115. Bureau of Statistics. Circular No. 19—20. Washington 1911. [L. H.]
- \*1116. Yearbook. 1910. Washington 1911. [L. H.]
- The United States Coast and Geodetic Survey, Washington D. C.*
1117. Report. 1909—1910. Washington 1911. 4to.
- The Bureau of Fisheries, Washington.*
1118. Documents. No. 740, 744, 746, 750. Washington 1911.
- The U. S. Geological Survey (Dep. of the Interior), Washington.*
1119. Bulletin. No. 436, 438, 439, 441, 443, 445—47, 453, 465. Washington 1910—11.
- \*1120. Water-Supply Papers. No. 257, 258, 270. Washington 1911. [M. M.]
- \*1121. Professional Papers. No. 72. Washington 1911. 4to. [M. M.]
- Library of Congress, Washington D. C.*
1122. Report of the Librarian for 1908—09. Washington 1909.
- The Biological Society of Washington.*
1123. Proceedings. Vol. 24. Pag. 103—184, 191—208. Washington 1911.
- The Smithsonian Institution, City of Washington.*
1124. Miscellaneous Collections. Vol. 53. Title & Index, Vol. 56. No. 12, 16, 18—20, Vol. 57. No. 2—4. Washington 1911.
- \*1125. U. S. National Museum. Report for 1909—10. Washington 1911.
- \*1126. U. S. National Museum. Proceedings. Vol. 38. Washington 1911.
1127. Bureau of Ethnology. Bulletin No. 40. Part 1, 43, 50. Washington 1911.
- Department of Mines, Geological Survey Branch, Ottawa.*
- \*1128. Rapport de la Commission Géologique pour 1908. Ottawa 1909. [M. M.]
- \*1129. Summary Report for 1910. Ottawa 1910. [M. M.]
- \*1130. Wilson. Reconnaissance d'une portion des districts d'Algoma et de la Bay du Tonnerre. Collins. Rapport sur la région située au Nord du Lac Supérieur. Ottawa 1910. [M. M.]
- \*1131. Dowling. Les terrains houillers de Manitoba etc. Ottawa 1910. [M. M.]
- The Entomological Society of Ontario, Guelph.*
1132. Report 1910. Toronto 1911..
1133. The Canadian Entomologist. Vol. 43. No. 7—8. London 1911.
- The University of Toronto.*
1134. Studies. Biological Series. No. 9. Toronto 1911.
1135. Studies. Papers from the Chemical Laboratories. No. 73, 90—93, Toronto 1908—11.
1136. Studies, Papers from the physical Laboratories. No. 36. Toronto 1910.
1137. Studies. Review of Historical Publications relating to Canada. Vol. XV. 1910. Toronto 1911.

*The Royal Astronomical Society of Canada, Toronto.*

1138. Journal. Vol. V. No. 1—2. Toronto 1911.

*The Canadian Institute, Toronto.*

1139. Transactions. Vol. IX. P. 1. (No. 20.) Toronto 1910.

*Instituto Geológico de México.*

\*1140. Parergones. T. III. No. 7—8. México 1911. [M. M.]

*La Sociedad de Geogr. y Estadística de la República Mexicana, México.*

1141. Boletín. V. época. T. IV. No. 4—7. México 1911.

*La Sociedad Mexicana de Historia natural, México.*

1142. La Naturaleza. 3ª serie. T. I. Cuaderno num. 2. México 1911. 4to.

*Observatorio Meteorológico Central de México.*

\*1143. Boletín Mensual. 1906 Agosto—1907 Abril, 1910 Abril—Octubre. México 1906—10. 4to [M. I.]

*Observatorio Meteorológico, Morelia, Michoacan, México.*

1144. Boletín mensual de la Sección Meteorológica del Estado de Michoacan. 1908. Sept—Oct., 1911. Mayo—Junio. Morelia 1908—11. 4to.

*Consulado de la Republica de Cuba, København (Chr. Rasch, Peder Skramsgade 1).*

1145. La Republique de Cuba. Habana. o. A. Tværfol.

*El Observatorio Astronómico de Santiago de Chile.*

1146. Publicaciones. No. 2—4. Santiago de Chile. 1910. 4to.

*Ministerio de Agricultura, Buenos Aires.*

1147. Boletín. T. XI. No. 7, XIII. No. 7. (2 Exx.) Buenos Aires 1909—11.

\*1148. Tuberculose bovine (6 Expl.). Buenos Aires 1909.

*El Museo Nacional de Buenos Aires.*

1149. Anales. Serie III. Tomo XIII. Buenos Aires 1911. 4to.

*Instituto Geográfico Argentino, Buenos Aires.*

1150. Boletín. T. XXV. Num. 1—2 (2 Exx.). Buenos Aires 1911.

*La Dirección general de Instrucción primaria, Montevideo.*

1151. Memoria. 1909 & 1910. Montevideo 1911.

1152. La Instrucción pública primaria. Montevideo 1911.

*Observatorio de Rio de Janeiro.*

1153. Anuario. 1911. Rio de Janeiro 1911.

*Het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Batavia.*

1154. Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel 53. Afl. 1—2. Batavia 1911. 4to.

1155. Notulen. Deel 48. Afl. 3—4. Batavia 1911.

*Department van Landbouw, Batavia.*

\*1156. Bulletin. No. 46. Buitenzorg 1911. [B. H.]

*Kommissariat d. Kais. Japanischen Regierung für die Intern. Hygiene-Ausstellung, Dresden (Lüttichaustrass 33).*

1157. Mitteilungen der Beriberi-Studien-Kommission. Tokyo 1911.

1158. Mori. Japan und seine Gesundheitpflege. Tokyo 1911.

1159. Sanitätsstatistik der Japanischen Armee mit besonderer Berücksichtigung der Beriberi in derselben. Tokio 1911.  
*L'Institut Egyptien, Le Caire.*
- \*1160. Mémoires. T. VI. Fasc. 3. Le Caire 1911 [K. B.]  
*L'Institut de Carthage, Tunis.*
- \*1161. Revue Tunisienne. No. 88. Tunis 1911. [K. B.]  
*Her Maj. Astronomer at the Cape of Good Hope.*  
 1162. Report. 1910. London 1911. 4to.
- The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*  
 1163. South African Journal of Science. Vol. VII. No. 7. Cape Town 1911.  
 1164. 9th Annual Meeting. Circular No. 2. Cape Town 1911.
- The Transvaal Museum, Pretoria.*  
 1165. Annals. Vol. I. Index, II. No. 4. Pretoria 1911.
- Hr. Prof. Dr. Dines Andersen, Selsk. Medl., København.*  
 1166. Sørensen. Index to the Names in the Mahabharata. Part 6. London 1911. 4to.
- Hr. Professor A. V. Bäcklund, Lund, Selsk. udenl. Medl.*  
 1167. A. V. Bäcklund. Föreläsningar öfver kropparnes elasticitet. Lund 1911.
- M. Victor Cornetz, Ingénieur civil, Alger.*  
 1168. Cornetz. Trajets de fourmis et retours au nid (Extrait). Paris 1910.
- M. le Directeur Adrien Dollfus, 35 rue Pierre Charron, Paris.*  
 1169. La Feuille des jeunes Naturalistes. V. Série. No. 488—491. Paris 1911.
- Hr. Redakteur A. Haugg, München (Humboldtstrasse 23).*  
 1170. Internaciona Pioniro. 1910—11. No. 17—18. München 1911.
- Hr. Professor, Dr. J. L. Heiberg, Selsk. Medl., København.*  
 1171. Heiberg. Exegetische Bemerkungen (Sonderabdruck.) Berlin 1911.
- Mrs. William James, Cambridge, Mass.*  
 1172. James. Some Problems of Philosophy. New York 1911.
- Hr. Forlagsboghandler Em. H. Langhoff, København.*  
 1173. Langhoff. Povl Fechtels Hospital. København 1911. 4to.
- Hr. Professor, Dr. G. Mittag-Leffler, Selsk. Medl., Stockholm.*  
 1174. Acta mathematica. Vol. 34. No. 4. Stockholm 1911. 4to.
- M. Mario Roso de Luna, Madrid (Princesa 18).*  
 1175. Roso de Luna. La Ciencia Hierática de los Mayas. Madrid 1911.
- Mrs. Lucy A. Mallory, Portland, Oregon.*  
 1176. The World's Advance-Thought. The Universal Republic. New Series. Vol. 24. No. 5—6, 9. Portland 1911.
- M. le professeur Georges Meslin, Montpellier.*  
 1177. Meslin. Sur la double réfraction circulaire du chlorate de sodium. (Extrait.) Paris 1911. 4to.

1178. Meslin. Sur le pouvoir dispersif des combinaisons de prismes. (Extrait.) Tours 1911.
1179. Notice sur les travaux scientifiques de M. Meslin. Montpellier 1908.  
*Hr. Professor, Dr. phil. Bjørn Magnússon Ólsen, Reykjavík, Selsk. Medl.*
1180. Ólsen. Anmeldelse af: Rómverjasaga, herausgeg. von Meissner. (Særtryk.) Stockholm 1911.
1181. Om den saakaldte Sturlungaprolog. (Særtryk.) Christiania 1910.  
*Mgr. le Duc d'Orléans (M. le Commandant de Gerlache, 51. rue de Tenbosch, Bruxelles).*
- \*1182. Duc d'Orléans. Campagne arctique de 1907. Grieg. Échinodermes. Bruxelles 1910. 4to.
- \*1183. Duc d'Orléans. Campagne arctique de 1907. Richters. Faune des mousses. Tardigrades. Bruxelles 1911. 4to.
- \*1184. Duc d'Orléans. Campagne arctique de 1907. Dautzenberg et Fischer. Mollusques et Brachiopodes. Bruxelles 1910. 4to.
- \*1185. Duc d'Orléans. Campagne arctique de 1907. Meunier. Mikro plankton. Texte & Planches. Bruxelles 1910. 4to.
- \*1186. Duc d'Orléans. Campagne arctique de 1907. Thoulet. Étude lithologique. Bruxelles 1910. 4to.
- \*1187. Duc d'Orléans. Campagne arctique de 1910. Journal de bord et Physique du globe. Bruxelles 1911. 4to.  
*Herr Dr. Karl Penka, Wien (XVIII. Schindlergasse 48).*
1188. Karl Penka. Beiträge zur Rassenkunde. IX. Heldburghausen s. a.  
*Hr. Dr. phil. C. G. Joh. Petersen, Forstander for den biologiske Station, København.*
- \*1189. C. G. Joh. Petersen. Beretning fra den danske biologiske Station. XX. København 1911. 4to.  
*Professor, T. J. J. See, Naval Observatory, Mare Island, Cal.*
1190. See. Researches on the Evolution of the Stellar System. Vol. II. Lynn, Mass. 1910. 4to.
- Professor Paul Vinogradoff, Oxford, Selsk. udenl. Medlem.*
1191. Vinogradoff. The Growth of the Manor. London 1911.

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

1192. Maanedsoversigt. 1911. Juli—August. København 1911. Fol.

*Statens Lærerhøjskole, København.*

\*1193. Beretning 1910—11. København 1911.

*Bergens Museum, Bergen.*

1194. Naturen. Aarg. 35. No. 9. Bergen 1911.

*Kungl. Vetenskaps Societeten i Upsala.*

1195. Nova Acta. Ser. IV. Vol. II. Fasc. 2. Upsaliæ 1909—11. 4to.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*1196. Bulletin. 1911. No. 12. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

- La Société physico-chimique russe, St.-Petersbourg (Université Imp.)*  
1197. Journal. Section de Chimie. T. 43. Fasc. 5. St.-Petersbourg 1911.
- La Société Entomologique de Russie, St.-Petersbourg.*  
1198. Revue Russe d'Entomologie. T. XI. No. 2. St.-Petersbourg 1911.
- La Société Impériale des Naturalistes de St.-Petersbourg.*  
1199. Travaux. T. II. Fasc. 2, IV. Fasc. 1, XI. Fasc. 2, XII. Fasc. 1—2, XIII. Fasc. 1, XIX. Fasc. 4, XX. Livr. 5. St.-Petersbourg 1871—89.  
1200. Comptes rendus des séances. 1890, 1892—93, 1898—1908, 1910, 1911. No. 1—4. St.-Petersbourg 1891—1911.  
1201. Travaux. Section de Zoologie et de Physiologie. T. 24—38, 39. Partie 1—2, 40, 42. Partie 1. St.-Petersbourg 1894—1911.  
1202. Travaux. Section de Zoologie et de Physiologie. Travaux accomplis dans le Laboratoire du Cabinet zootomique. No. 3—14, 16—20. St.-Petersbourg 1891—1909.  
1203. Travaux. Section de Botanique. T. 20, 26, 28—34, 37 (Journal botanique. No. 1—8), 40. No. 1—4, 41. No. 1—3, 42. No. 1. St.-Petersbourg 1889—1911.  
1204. Travaux. Section de Géologie et de Minéralogie. T. 21—24, 25 (avec un atlas), 26—34. St.-Petersbourg 1896—1906.  
1205. La Société des Naturalistes 1868—1893. St.-Petersbourg 1893.
- L'Observatoire Physique Central Nicolas, St.-Petersbourg.*  
1206. Annales. 1907. P. I, P. II. Fasc. 1—2. St.-Petersbourg 1910—11. 4to.
- La Société des Naturalistes de Kiev.*  
1207. Mémoires. T. 21. Livr. 3—4. Kiev 1910—11.
- Finska Vetenskaps-Societeten, Helsingfors.*  
\*1208. Acta. T. 38. 2 Minnestaler, 40. No. 7—8. Helsingfors 1910—11. 4to. [K. B.]  
\*1209. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. H. 72. No. 2, 4—5. Helsingfors 1911.
- The Royal Society, London W. (Burlington House).*  
1210. Proceedings. Series B. Vol. 84. No. 571. London 1911.  
1211. Philosophical Transactions. Series A. Vol. 211. No. 478—479. London 1911. 4to.
- The Royal Geographical Society, London W. (1. Savile Row).*  
1212. The Geographical Journal. Vol. 38. No. 3—4. London 1911.
- The Geological Society, London W. (Burlington House).*  
1213. Quarterly Journal. Vol. 67. Part 3. London 1911.
- The London Mathematical Society, London.*  
1214. Proceedings. Series 2. Vol. 10. Part 2. London 1911.
- The Zoological Society of London.*  
1215. Proceedings. 1911. Part 3. London 1911.
- The Royal Society of Edinburgh.*  
1216. Transactions. Vol. 47. Part 4. Edinburgh 1911. 4to.

*The Royal Irish Academy, Dublin.*

1217. Proceedings. Section B. Vol. 29. No. 5—6. Dublin 1911.  
 1218. Proceedings. Section C. Vol. 29. No. 7—8. Dublin 1911.  
 1219. Proceedings. Vol. XXXI. Clare Island Survey. Part 14, 51. Dublin 1911.

*De Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem.*

1220. Archives Néerlandaises. Serie III. A & B. T. 1. Livr. 1—2. La Haye 1911.

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluyver, Heerengracht 20).*

- \*1221. Museum. 18. Jaarg. No. 11—12, 19. Jaarg. No. 1. Leiden 1911. 4to. [K. B.]

*La Commission de surveillance de l'Encyclopédie d'Islām (E. I. Brill), Leide.*

1222. Enzyklopædie des Islām. Lief. 10. Leiden & Leipzig 1911.

*L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles.*

1223. Bulletin. 4<sup>e</sup> Série. T. XXV. No. 6—7. Bruxelles 1911.

*Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*

- \*1224. Verslagen en Mededeelingen. 1911. No. 7—8. Gent 1911. [K. B.]

*Ministère de l'Instruction publique, Paris.*

1225. Œuvres de Descartes, publiées par Ch. Adam et P. Tannery. T. XI—XII. Paris 1909—10. 4to.

*L'Institut de France, Paris.*

1226. Journal des Savants. Nouv. sér. 1909. No. 4—12, 1910. No. 1—12, 1911. No. 1—5. Paris 1909.—11. 4to.

*La Société Géologique de France, Paris.*

1227. Bulletin. 4. Sér. T. VIII. No. 7—9, IX. No. 1—8, X. No. 3—6. Paris 1908—10.

*Les Professeurs-Administrateurs du Museum d'Histoire naturelle, Paris.*

1228. Bulletin. 1909. No. 2—8, 1910. No. 1—7. 1911. No. 1—2. Paris 1909—11.

1229. Nouvelles Archives du Muséum. 5<sup>e</sup> Série. T. I. Fasc. 1—2 (2 Exx.) Paris 1909. 4to.

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

1230. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Août—Sept. Paris 1911.

*L'École Polytechnique, Paris.*

1231. Journal. II<sup>e</sup> Série. Cahier 13—15. Paris 1909—11. 4to.

*La Société Zoologique de France, Paris.*

1232. Bulletin. Tome 34—35. Paris 1909—10.

1233. Mémoires. Tome XXI—XXII. Paris 1909.

*L'Université d'Aix.*

1234. Annales de la Faculté des Lettres. T. III. No. 1—4, IV. No. 1—2. Paris & Marseille 1909—10.

1235. Annales de la Faculté de Droit. T. II. No. 3—4. III. No. 1—4, IV. No. 1—2. Paris & Marseille 1908—10.

*La Société des Sciences physique et naturelles de Bordeaux.*

1236. Procès-verbaux des Séances. 1907—10. Paris &amp; Bordeaux 1908—10.

1237. Mémoires. 6<sup>e</sup> Série. Tome IV. Cah. 1—2. Tome V. Cah. 1. Paris & Bordeaux 1908—10.

1238. Bulletin de la Commission météorologique 1907—09. Bordeaux 1908—10.

*La Société Linnéenne de Bordeaux.*

1239. Actes. T. 62—64. Bordeaux 1907—10.

*L'Académie Nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen.*

1240. Mémoires. Caen 1909, 1910.

*La Société Nationale Académique de Cherbourg.*

1241. Mémoires. Vol. 18. Cherbourg 1910.

*Laboratoire de Zoologie et de Physiologie maritimes de Concarneau.*

1242. Travaux scientifiques. T. I. Fasc. 6—7, II. Fasc. 1—7. Concarneau 1909—10.

*L'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon.*1243. Mémoires. 4<sup>e</sup> Série. T. XI. Dijon 1910.*L'Université de Lyon.*

\*1244. Annales. Nouv. série. I. Sciences, Médecine. Fasc. 25—30. Lyon 1909—1. [K. B.]

\*1245. Annales. Nouv. série. II. Droit, Lettres. Fasc. 21—22. Lyon 1909—10. [K. B.]

*Muséum de la Ville de Lyon.*

1246. Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon. T. X. Lyon 1909. 4to.

*L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon.*1247. Mémoires. Sciences et Lettres. 3<sup>e</sup> Séries. T. X. Paris et Lyon 1910.*La Société d'Agriculture de Lyon.*

1248. Annales. 1908—1909. Lyon et Paris 1909—10.

*La Société Linnéenne de Lyon.*

1249. Annales. 1909. Nouv. sér. T. 56. Lyon &amp; Paris 1910.

*La Faculté des Sciences, Marseille.*

1250. Annales. T. XIX. Marseille 1910. 4to.

*L'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*1251. Mémoires de la Section des Lettres. 2<sup>e</sup> Série. T. V. No. 2. Montpellier 1909.1252. Mémoires de la Section des Sciences. 2<sup>e</sup> Série. T. IV. No. 1—2. Montpellier 1908—09.1253. Mémoires de la Section de Médecine. 2<sup>e</sup> Série. T. III. Montpellier 1910.*La Société des Sciences de Nancy.*

1254. Bulletin des Séances. Sér. III. T. X. Fasc. 1—4, XI. 1—3, XII. 1. Paris et Nancy 1909—11.

*La Société archéologique et historique de l'Orléanais, Orléans.*

\*1255. Bulletin. T. 15. No. 191. 193—197. Orléans &amp; Paris 1908—10.

*La Société des Antiquaires de l'Ouest, Poitiers.*

\*1256. Bulletin. 3. Série. T. I. 1909. Trim. 1—4, T. II. 1910. Trim.

1—3. Poitiers 1909—10. [K. B.]

\*1257. Mémoires. 3. Série. T. II—III. Poitiers 1909—10. [K. B.]

*L'Académie Nationale de Reims.*

1258. Travaux. Vol. 109—121, 123—127. Reims 1901—10.

*La Société Scientifique et Médicale de l'Ouest, Rennes.*

1259. Bulletin. T. XVIII. No. 1—4, XIX. 1—4, XX. 1. Rennes 199—11.

*L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen.*

1260. Précis analytique des travaux. 1908—09. Rouen 1910.

*L'Université de Toulouse.*

1261. Annales de la Faculté des Sciences. Sér. II. T. X. Fasc. 4. Sér. III. T. I. Fasc. 1—4. Paris et Toulouse 1908—09. 4to.

1262. Annales du Midi. No. 82—86. Toulouse 1909—10.

1263. Bibliothèque méridionale. 1. Sér. T. XII—XIV, 2. Sér. T. IX—X. XIII. Toulouse 1909—10.

1264. Bulletin de la Pisciculture. Nouv. sér. No. 5—10. Paris &amp; Toulouse 1909.

*La Société archéologique de Touraine, Tours.*

\*1265. Bulletin. 2. Série. T. I. No. 6—7. Tours 1910.

*Die Historische Gesellschaft des Künstlervereins, Bremen.*

1266. Bremisches Jahrbuch. Bd. XXIII. Bremen 1911.

*Die Physikalisch-Medicinische Sozietät in Erlangen.*

1267. Sitzungsberichte. Bd. 42. Erlangen 1911.

*Die Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*

\*1268. Nachrichten. Math.-phys. Klasse. 1911. H. 3. Berlin 1911. [S. A.]

\*1269. Geschäftliche Mitteilungen. 1911. H. 1. Berlin 1911. [S. A.]

1270. Abhandlungen. Math.-Physikal. Klasse. Neue Folge. Bd. VIII. No. 2. Berlin 1911. 4to.

*Generalstabens topografiske Afdeling, København.*

\*1271. Atlasblade i 1 : 40.000. St. Hedinge, Vordingborg. 1911. [M. M.]

*Københavns Observatorium.*

1272. Publikationer og mindre Meddelelser. No. 4—5. Kiel 1911. 4to.

*Bergens Museum, Bergen.*

\*1273. Aarbog. 1911. Hefte 2. Bergen 1911.

1274. G. O. Sars. Crustacea of Norway. Vol. V. Part 35—36. Bergen 1911. 4to.

*Kungl. Vitterhets Historie och Antiquitets Akademien, Stockholm.*

1275. Antiquarisk Tidskrift för Sverige. 19. Stockholm 1911.

*Kgl. Universitets Bibliotheket, Upsala.*

1276. Löfstedt. Kommentar zur Peregrinatio Aetheriae. Uppsala & Leipzig 1911.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Pétersbourg.*

\*1277. Bulletin. 1911. No. 13. St.-Pétersbourg 1911. [S. A.]

*La Société physico-chimique russe, St.-Pétersbourg (Université Imp.)*

1278. Journal. Section de Chimie. T. 43. No. 6. St.-Pétersbourg 1911.

*Le Comité Géologique (à l'Inst. d. Mines), St.-Pétersbourg.*

1279. Bulletin T. 29. No. 5—10. St.-Pétersbourg 1910.

*La Section d'Odessa de la Société Imp. Technique Russe, Odessa.*

1280. Comptes rendus. No. 1. Odessa 1911. 4to.

*The Trustees of the British Museum, London S. W.*

1281. Austen. Handbook of the Tsetse-Flies. London 1911.

1282. Guide to Mr. Worthington Smith's Drawings of Mushrooms. London 1910.

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

1283. Proceedings. Series A. Vol. 85. No. 581. London 1911.

*The Linnean Society of London.*

1284. Journal. Botany. Vol. 40. No. 275. London 1911.

*Het Koninkl. Nederlandsch Ministerie van Binnenlandsche Zaken, s'Gravenhage.*

\*1285. Flora Batava: Afl. 359—363. Haarlem 1911. 4to. [B. H.]

*De Koninkl. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.*

1286. Jaarboek voor 1910. Amsterdam 1911.

1287. Verhandelingen. Afd. Natuurkunde. Eerste Sectie. Deel X. No. 2, XI. No. 1—2. Amsterdam 1910—11.

1288. Verhandelingen. Afd. Natuurkunde. Tweede Sectie. Deel XVI. No. 4—5. Amsterdam 1910.

1289. Verhandelingen. Afd. Letterkunde. Nieuwe Reeks. Deel XII. No. 1. Amsterdam 1911.

1290. Verslagen en Mededeelingen. Afd. Letterkunde. 4<sup>e</sup> Reeks. Deel X. Amsterdam 1911.

1291. Verslag van de gewone Vergaderingen. Afd. Natuurkunde. Deel XIX. Gedeelte 1—2. Amsterdam 1910—11.

1292. Proceedings of the Section of Sciences. Vol. XIII. Part 1—2. Amsterdam 1910—11.

1293. Pascoli. Fanum Vacunae. Amstelodami 1911.

*De Nederlandsche Botanische Vereeniging, Leiden.*

1294. Recueil des Travaux botaniques néerlandais. Vol. VIII. Livr. 2. Nijmegen 1911.

1295. Nederlandsch Kruidkundig Archief. Verslagen en Mededeelingen. Nijmegen 1911.

*L'Académie des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles.*

1296. Bulletin. Cl. des Lettres. 1911. No. 8. Bruxelles 1911.

1297. Bulletin. Cl. des Sciences. 1911. No. 8. Bruxelles 1911.  
 1298. Mémoires de la Classe des Lettres etc. Coll. in-4<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> Série. T. IV. Fasc. 3. Bruxelles 1911.  
 1299. Mémoires de la Classe des Sciences. Coll. in 8<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> Série. T. III. Fasc. 2. Bruxelles 1911.  
 1300. Mémoires de la Classe des Sciences. Coll. in-4<sup>o</sup>. 2<sup>e</sup> Sér. T. III. Fasc. 6—7. Bruxelles 1911. 4to.

*Ministère des Finances, Paris.*

1301. Bulletin de Statistique et de Législation comparée. 1909, 1910, 1911. Janv.—Mars. Paris 1909—11.

*Ministère de l'Instruction publique, Paris.*

1302. Bulletin administratif de l'Instruction publique. No. 1858 Suppl., 1865—1972, Titre de T. 82—83. (2 Exx.). Paris 1908—11.

*Ministère de la Marine, Paris.*

1303. Statistique de Pêches maritimes. Année 1906—1907. Paris 1910.

*La Bibliothèque d'Art et d'Archéologie, Paris (Rue Spontini, 19).*

- \*1304. Répertoire d'Art et d'Archéologie. 1910. Trim. 1—4. Paris 1910. 4to. [K. B.]

*Institut Oceanographique de Monaco.*

1305. Bulletin. No. 211—213. Monaco 1911.

*Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*

1306. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VI. Titel, Bd. VII. H. 9. Berlin 1911.

*Das Königl. Preussische Geodätische Institut, Potsdam.*

1307. Jahresbericht. 1910—11. Potsdam 1911.

*Die Mathematische Gesellschaft in Hamburg.*

1308. Mitteilungen. Bd. IV. Titel. Leipzig 1911.

*Die kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.*

1309. Sitzungsberichte. Philos.-Hist. Classe. Bd. 165. Abh. 6, Bd. 166. Abh. 1, Bd. 167. Abh. 6. Wien 1911.  
 1310. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. I. Bd. 120. H. 3—4. Wien 1910.  
 1311. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II a. Bd. 120. H. 3—4. Wien 1911.  
 1312. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II b. Bd. 120. H. 2—3. Wien 1911.  
 1313. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. III, Bd. 120. H. 1—3. Wien 1911.  
 1314. Denkschriften. Philos.-Hist. Classe. Bd. 54. No. 2 & Titel. Wien 1911. 4to.

*Das k. k. Geologische Reichsanstalt, Wien.*

1315. Verhandlungen. 1911. No. 8—11. Wien 1911. 4to.

*Das k.-k. Naturhistorische Hofmuseum, Wien.*

1316. Annalen. Bd. 24. No. 3—4. Wien 1910—11.

*Die k.-k. Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien.*

1317. Verhandlungen. 1911. Bd. 61. Heft 5—6. Wien 1911.

1318. Abhandlungen. Bd. VI. H. 3. Jena 1911.

*Ceská Akademie Císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění, Praha (Prag).*

1319. Almanach. Ročník 21. V Praze 1911.

1320. Bulletin international. Classe des sciences mathématiques, naturelles et de la Médecine. Année XV. Prague 1910.

1321. Věstník (Bulletin). Ročník XIX. V Praze 1910.

1322. Rozpravy (Mémoires). Třída I (Cl. de Philos., Jurispr. et Hist.). Číslo 40, 42—43. V Praze 1910—11.

1323. Rozpravy (Mémoires). Třída II (Cl. des Sciences). Ročník XIX. V Praze 1910.

1324. Rozpravy (Mémoires). Třída III (Cl. de Philologie). Číslo 33—35. V Praze 1910—11.

1325. Sběrka Pramenů. Skupina I. Rada I. Číslo 9. Skupina II. Číslo 10, 14. Sešit 2. V Praze 1907—11.

1326. Sborník filologický. Ročník I. V Praze 1910.

1327. Bibliotéka klassiků řeckých a římských. Číslo 19. V Praze 1911.

1328. Č. Zibrť. Bibliografie České Historie. Díl V. Svazek 1—2. V Praze 1910—11.

1329. Šimák. Die Handschriften der Graf Nostitzschen Majoratsbibliothek. Prag 1910.

*Der naturwissenschaftliche Verein für Steiermark, Graz.*

1330. Mittheilungen. Jahrg. 1910. H. 1—2. Graz 1911.

*Das Gräfl. Ossolinskische National-Institut, Lemberg.*

\*1331. Sprowozdanie z Czynnosci Zakladu Narodowego. 1910. W Lwowie 1911. [K. B.]

*Jugoslavenska Akademija, Zagreb (Agram).*

\*1332. Ljetopis. 1910. Svezak 25. W Zagrebu 1911. [K. B.]

\*1333. Rad. Knjiga 185—187. U Zagrebu 1911. [K. B.]

\*1334. Popis publikacija 1867—1911. U Zagrebu 1911. [K. B.]

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*1335. Rendiconti della Classe di scienze morali, storiche e filologiche. Serie 5<sup>a</sup>. Vol. XX. Fasc. 1—4. Roma 1911.1336. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 2. Semestre. Fasc. 1—6. Roma 1911 4to.1337. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Notizie degli scavi di antichità. Vol. VIII. Fasc. 1—2. Roma 1911. 4to.1338. Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali. Serie 5<sup>a</sup>. Vol. VIII. Fasc. 8—12. Roma 1911. 4to.*La Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Roma.*

1339. Bollettino del Comitato tallassografico. No. 11. Venezia 1911.

*Il R. Comitato Geologico d'Italia, Roma.*

1340. Bollettino. 1911. No. 1. Roma 1911.

*Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*

1341. Bollettino. 1911. No. 128—129. Firenze 1911.

*La Società Italiana di Fisica, Pisa.*1342. Il Nuovo Cimento. Serie 6<sup>a</sup>. Vol. 2. Fasc. 8—9. Pisa 1911.*La Società Storica Tortonese, Tortona.*

\*1343. Bollettino. Fasc. 30. Tortona 1911. [K. B.]

*La Reale Accademia delle Scienze di Torino.*

1344. Atti. Vol. 46. Disp. 9—15. Torino 1911.

*Circolo Matematico di Palermo.*

1345. Annuario. 1911. Palermo 1911.

1346. Rendiconti. T. 32. Fasc. 1—2. Palermo 1911.

1347. Supplemento ai Rendiconti. Vol. 6. No. 5. Palermo 1911.

*La Real Academia de Ciencias, Madrid.*

1348. Revista. Tomo IX. No. 11—12. Madrid 1911.

*La Real Academia de la Historia, Madrid.*

\*1349. Boletín. Tomo 58. Cuad. 5. Madrid 1911. [K. B.]

*Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.*1350. Memorias. 3<sup>a</sup> Epoca. Vol. X. No. 1. Barcelona 1911. 4to.*El Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando.*

1351. Almanaque Náutico para 1913. San Fernando 1911. 4to.

*Sociedade de Geographia, Lisboa.*

1352. Boletim. 27. série. 1911. No. 6—8. Lisboa 1910—11.

*The Entomological Society of Ontario, Guelph.*

1353. The Canadian Entomologist. Vol. 43. No. 9—10. London 1911.

*The Royal Astronomical Society of Canada, Toronto.*

1354. Journal. Vol. V. No. 3—4. Toronto 1911.

*Observatorio Meteorológico Central de México.*

\*1355. Boletín mensual. 1907. Mayo-Junio, 1910. Nov.-Dic., 1911. Enero. México 1907—11. 4to. [M. I.]

*Observatorio Meteorológico, Morelia, Michoacan, México.*

1356. Boletín mensual de la Sección Meteorológica del Estado de Michoacan. 1909. Sept.—Oct., 1911. Julio. Morelia 1908—11. 4to.

*Ministerio de Agricultura, Buenos Aires.*

1357. Boletín. T. XIII. No. 8. Buenos Aires 1911.

*Instituto Geográfico Argentino, Buenos Aires.*

1358. Boletín. T. XXV. Nums. 3—4. (2 Exx.) Buenos Aires 1911.

*Museo Nacional de Montevideo.*

1359. Anales. Vol. VII. Flora Uruguay. Tomo IV. Ent. 3. Montevideo 1911. 4to.

*Het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Batavia.*

1360. Verhandelingen. Deel 58. Stuk 4, 59. Stuk 2. Ged. 1. Batavia 1911. 4to.

1361. Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel 53. Afl. 3—4. Batavia 1911.  
*Teikoku Daigaku, Imperial University of Japan, Tōkyō.*
1362. Journal of the College of Sciences. Vol. XXVII. Art. 15, XXVIII. 7, XXX. 1. Tōkyō 1911.  
*Kyōto Imperial University, Kyōto.*
1363. Memoirs of the College of Science and Engineering. Vol. III. No. 4—6. Kyōto 1911.  
*The South African Museum, Cape Town.*
1364. Annals. Vol. VII. P. 4, VIII. 1, X. 1, XI. 1. Cape Town 1911.  
*The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*
1365. South African Journal of Science. Vol. VII. No. 8—9, VIII. No. 1—2. Cape Town 1911.  
*The Transvaal Museum, Pretoria.*
- \*1366. Annals. Vol. III. No. 1. (2 Exx.) Pretoria 1911.  
*The Australian Museum, Sydney, New South Wales.*
1367. Memoir. IV. P. 15. Sydney 1911.  
*M. le Directeur Adrien Dollfus, 35 rue Pierre Charron, Paris.*
1368. La Feuille des jeunes Naturalistes. V. Série. No. 492. Paris 1911.  
*Hr. Professor, Dr. Finnur Jónsson, Selsk. Medl., København.*
1369. Safn til sögu Íslands. IV. 5. (Hr. F. Jónsson: Bæjanöfn á Íslandi). Kaupmannahöfn 1911.  
*Mr. Henry James, jr., Cambridge, Mass. (95, Irving Street).*
1370. William James. Memories and Studies. New York 1911.
- 
- Det Danske Meteorologiske Institut, København.*
1371. Maanedsoversigt. 1911. Septbr. København 1911. Fol.  
*Den lærde Skole i Reikjavík.*
- \*1372. Skýrsla 1910—11. Reikjavík 1911.  
*Bergens Museum.*
1373. Naturen. Aarg. 35. No. 10. Bergen 1911.  
*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*
- \*1374. Bulletin. 1911. No. 14. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]  
*Le Comité Géologique (à l'Inst. des Mines), St.-Petersbourg.*
1375. Mémoires. Nouv. Série. Livr. 53—55, 60, 66, 68. St.-Petersbourg 1910—11. 4to.
- Die Gesellschaft für Geschichte der Ostseeprovinzen, Riga.*
- \*1376. Sitzungsberichte. 1910. Riga 1911. [K. B.]  
\*1377. Mitteilungen aus der livländischen Geschichte. Bd. 21. Heft 1. Riga 1909—10. [K. B.]
- Finska Vetenskaps-Societeten, Helsingfors.*
- \*1378. Sitzungsberichte. 1909. II. Helsingki 1911.  
\*1379. Annales. Ser. A. T. II. Helsinki 1911.

*Sällskapet för Finlands Geografi, Helsingfors*

\*1380. Fennia. Bulletin. Nr. 28. Helsingfors 1909—10. [M. M.]

\*1381. Atlas öfver Finland. Med Text I—II. Helsingfors 1911. Fol. [K. B.]

\*1382. Gebhardt. Undersökning af socialökonomiska förhållanden i Finlands landkommuner år 1901. II. Helsingfors 1910. [K. B.]

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

1383. Philosophical Transactions. Series A. Vol. 211. No. 480. London 1911. 4to.

*The Royal Geographical Society, London W (1. Savile Row).*

1384. The Geographical Journal. Vol. 38. No. 5. London 1911.

*The Royal Microscopical Society, London (20 Hannover Square).*

1385. Journal. 1911. Part 5. London 1911.

*The Linnean Society of London.*

1386. Journal. Zoology. Vol. 32. No. 212. London 1911.

*The Royal Dublin Society. Dublin.*

1387. Scientific Proceedings. New Series. Vol. XIII. No. 11. Dublin 1911.

1388. Economic Proceedings. Vol. II. No. 3—4. Dublin 1911.

*Bureau der Stiftung für Internationalismus im Haag.*

1389. Eijkman. L'Internationalisme scientifique. La Haye 1911.

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluyver, Heerengracht 20).*

\*1390. Museum. 19. Jaarg. No. 2. Leiden 1911. 4to. [K. B.]

*Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*

\*1391. Verslagen en Mededeelingen 1911. No. 9. Gent 1911. [K. B.]

*La Société Mathématique de France, Paris (Rue Pierre Nicole 7).*

1392. Bulletin. T. 39. Fasc. 3. Paris 1911.

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

1393. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Oct. Paris 1911.

*La Société des Archives historiques de la Gironde, Bordeaux.*

\*1394. Archives historiques du Département de la Gironde. T. 45. Paris et Bordeaux 1910. [K. B.] 4to.

*Institut océanographique, Monaco.*

1395. Bulletin. No. 214—217. Monaco 1911.

*Die Kön. Friedrich-Wilhelms Universität zu Berlin.*

\*1396. Jahrhundertfeier der Universität. Berlin 1911.

*Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*

1397. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VII H. 10. Berlin 1911.

*Der Verein für schlesischen Insektenkunde, Breslau.*

1398. Jahresheft 4. Breslau 1911.

*Die Physikalisch-Ökonomische Gesellschaft zu Königsberg.*

1399. Schriften. Jahrg. 51, Generalregister zu Jahrg. 26—50. Königsberg 1910—11. 4to.

*L'Académie des Sciences de Cracovie.*

1400. Bulletin international. Cl. des Sciences. 1911. A. No. 6, B. No. 5—6. Cracovie 1911.

*Das Zoologische Institut zu Graz.*

1401. Arbeiten. Bd. IX. No. 6. Graz 1911.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*

1402. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 2 Semestre. Fasc. 7. Roma 1911. 4to.  
1403. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Notizie degli scavi di antichità. Vol. VIII. Fasc. 3—4. Roma 1911. 4to.

*Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*

1404. Bollettino. 1911. No. 130. Firenze 1911.

*La Società Reale di Napoli.*

1405. Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Serie 3<sup>a</sup>. Vol. 17. Fasc. 5—6. Napoli 1911.

*La Società Italiana di Fisica, Pisa.*

1406. Il Nuovo Cimento. Serie 6<sup>a</sup>. Vol. II. Fasc. 10. Pisa 1911.

*Il Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Venezia.*

1407. Atti. Serie VIII. T. X. Disp. 6—10, XI. 1—10, XII. 1—10. Venezia 1908—11.  
1408. Memorie. Vol. XXVIII. No. 2—6. Venezia 1908—11. 4to.  
1409. Osservazioni meteorologiche e geodinamiche 1907—1908. Venezia 1909—10.

*The American Academy of Arts and Sciences, Boston, Mass.*

1410. Proceedings. Vol. 47. No. 4—7. Boston 1911.

*The Buffalo Society of Natural Sciences, Buffalo N. Y.*

1411. Bulletin. Vol. X. No. 1. Buffalo 1910.

*The Museum of Comparative Zoology, Harvard College, Cambridge, Mass.*

1412. Bulletin. Vol. 54. No. 7—8. Cambridge 1911.  
1413. Memoirs. Vol. 25. No. 3, 39. No. 2, 40. No. 3. Cambridge 1911. 4to.

*Cambridge Entomological Club, Bussey Institution, Boston, Mass.*

1414. Psyche. Vol. XVIII. No. 4—5. Boston 1911.

*The University of Chicago.*

1415. Annual Register. 1910—11. Chicago s. a.

*Denison Scientific Association, Denison University, Granville, Ohio.*

1416. Bulletin of the Scientific Laboratories. Vol. XVI. Pages 347—423. Granville 1911.

*The Connecticut Academy of Arts and Sciences, New Haven.*

1417. Transactions. Vol. 16. Pag. 383—407. New Haven 1911. 4to.

*Professor Edward S. Dana, New Haven.*

1418. The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 32. No. 189—190. New Haven 1911.

*The American Geographical Society, New York.*

1419. Bulletin. Vol. 43. No. 9—10. New York 1911.

*The Geological Society of America, New York.*

1420. Bulletin. Vol. 21. Index. New York 1910.

*The American Mathematical Society, New York City.*

1421. Bulletin. Vol. 18. No. 1. Lancaster and New York 1911.

1422. Transactions. Vol. XII. No. 4. New York 1911.

*The American Museum of Natural History, Central Park West, New York.*

1423. Journal. Vol. 11. No. 6. New York City 1911.

*The University Museum, Philadelphia.*

1424. The Museum Journal. Vol. II. No. 2. Philadelphia 1911.

*The American Philosophical Society, Philadelphia.*

1425. Proceedings. Vol. 50. No. 199—200. Philadelphia 1911.

1426. Transactions. New Series. Vol. XXII. Part 1. Philadelphia 1911. 4to.

*The Lick Observatory, Mount Hamilton, near San José, California.*

1427. Bulletin. No. 201—202. Berkeley 1911. 4to.

*The Leland Stanford jr. University, California.*

1428. Publications. University Series. No. 5—6. Stanford University 1911.

*The Bureau of Fisheries, Washington.*

1429. Documents. No. 747. Washington 1911.

*The U. S. Geological Survey (Dep. of the Interior), Washington.*

1430. Bulletin. No. 431, 449—450, 452, 457—464, 469, 472—473. Washington 1911.

\*1431. Water-Supply Papers. No. 256, 265, 274. Washington 1911. [M. M.]

*The U. S. Naval Observatory, Washington, D. C.*

1432. Publications. 2. Series. Vol. VI—VII. Washington 1911. 4to.

*The Smithsonian Institution, City of Washington.*

\*1433. U. S. National Museum. Bulletin. No. 71. Washington 1911.

\*1434. U. S. National Museum. Proceedings. Vol. 39. Washington 1911.

1435. Bureau of Ethnology. Bulletin. No. 44, 51. Washington 1911.

1436. Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. XIII. Part 10—11. Washington 1911.

1437. Miscellaneous Collections. Vol. 56. No. 21—22, Vol. 57. No. 5, Vol. 58. No. 1. Washington 1911.

1438. Opinions rendered by the Internat. Commission on Zoological Nomenclature. 30—37. Washington s. a.

*The Washington Academy, Washington.*

1439. Journal. Vol. I. No. 1—3. Baltimore 1911.

*Instituto Geológico de México.*

\*1440. Boletín. No. 28. México 1911. 4to. [M. M.]

*Observatorio Meteorológico Central de México.*

\*1441. Boletín Mensual. 1911. Feb.—Mayo. México 1911. 4to. [M. I.]

*Observatorio Meteorológico, Morelia, Michoacan, México.*

1442. Boletín mensual de la Sección Meteorológica del Estado de Michoacan. 1911. Agosto. Morelia 1911. 4to.

*Ministerio de Agricultura, Buenos Aires.*

1443. Boletín. T. XIII. No. 9. Buenos Aires 1911.

\*1444. Bovine Tuberculosis. Buenos Aires 1909.

1445. Qué es la Argentina? Buenos Aires 1911.

1446. Attwell. Le coton argentin. Buenos Aires 1911.

*El Museo Nacional de Buenos Aires.*

1447. Annales. Serie III. Tomo XIV. Buenos Aires 1911. 4to.

*Bibliotheca Nacional, Rio de Janeiro.*

1448. Brasilianische Rundschau. Jahrg. I. Heft 4. Rio de Janeiro 1910.

*Departement van Landbouw, Batavia.*

\*1449. Mededeelingen. No. 15—16. Batavia 1911. [B. H.]

*The Kodaikanal and Madras Observatories, Madras.*

1450. Kodaikanal Observatory Bulletin. No. 24. Madras 1911. 4to.

*The Tôhoku Imperial University, Sendai.*

1451. The Tôhoku Mathematical Journal. Vol. I. No. 1—2. Sendai 1911.

*L'Institut Égyptien, Le Caire.*

\*1452. Bulletin. 5 Série. Tome IV. Fasc. 2. Le Caire 1911. 4to. [K. B.]

\*1453. Livre d'Or du l'Institut Égyptien. Le Caire 1911. [K. B.]

*The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*

1454. South African Journal of Science. Vol. VIII. No. 3. Cape Town 1911.

*The Transvaal Museum, Pretoria.*

1455. Annals. Vol. III. No. 2. Pretoria 1911.

*The Royal Society of Victoria, Melbourne.*

1456. Proceedings. New Series. Vol. XXIV. P. 1. Melbourne 1911.

*The Linnean Society of New South Wales, Sidney.*

1457. Proceedings. Vol. 36. Part 1. Sidney 1911.

*The New Zealand Institute, Wellington.*

1458. Transactions. Vol. 43. Wellington 1911.

*Hr. Redakteur A. Haugg, München (Humboldtstrasse 23).*

1459. Internaciona Pioniro. 1911. No. 19. München 1911.

*Hr. Professor, Dr. G. Mittag-Leffler, Selsk. Medl., Stockholm.*

1460. Acta mathematica. Bd. 35. No. 1. Stockholm 1911. 4to.

*Dott. Pietro Palladino, Direttore delle farmacie degli Ospedali civili di Genova.*

1461. Palladino. Les composés chimiques dans l'espace. (Estratto.) Pavia 1911.

*M. Lauro Clariana Ricart, Barcelona.*

1462. Ricart. Algo referente á cierta clase especial de Integrales singulares. Barcelona 1911.

*Hr. Docent, Dr. Kolderup Rosenvinge, Selsk. Medl., København. (Paa Udgivernes Vegne.)*

- \*1463. Biologiske Arbejder tilegnede Eug. Warming i Anledning af hans 70 Aars Fødselsdag d. 3. November 1911. København 1911.

*Universitets-Kræsturen, København.*

- \*1464. Regnskabsberetninger. 1910—11. København 1910. 4to.

*Kungl. Biblioteket, Stockholm.*

- \*1465. Sveriges offentliga Bibliotek. Accessions-Katalog. 23. 1908. Stockholm 1909—10.

*Kongl. Carolinska Universitetet i Lund.*

- \*1466. Ny följd. 1.—2. afd. VI. Lund 1910. Svo & 4to.

*Kgl. Universitets Bibliotheket i Upsala.*

- \*1467. Årsskrift 1910. Upsala 1910—11.
- \*1468. Annerstedt, Claës. Upsala universitetets historia. Bihang 2. H. 5. Inbjudningsskrift. Uppsala 1911.
- \*1469. Fries, Thore. Johann Beckmanns schwedische Reise 1765—1766 hrsg. von Th. M. Fries. H. 1—2. Inbjudningsskrift. Uppsala 1911.
- \*1470. Nelson, Axel. Akademiska afhandlingar vid Sveriges universitet och högskolor läsåren 1890/91—1909/10. H. 1. Inbjudningsskrift. Uppsala 1911.
- \*1471. Schück, Henrik. Birka. Inbjudningsskrift. Uppsala 1910.
- \*1472. Schück, Henrik. Studier i Ynglingatal. Inbjudningsskrift [4]. Uppsala 1910.
- \*1473. Schück, Henrik. Sveriges förkristna konungalängd. Inbjudningsskrift. Uppsala 1910.
- \*1474. Söderblom, Nathan. Ett bidrag till den kristna uppenbarelsetrons tolkning. Inbjudning till teologie doktorspromotion. Upsala 1911.
- \*1475. Wide, Sam. Pomerium och Pelargikon. En religions-historisk-topografisk undersökning. Inbjudning till filosofie doktorspromotion. Upsala 1910.
- \*1476. Föreläsningar och öfningar i höst-terminen 1910 och vår-terminen 1911. Uppsala 1910—11.
- \*1477. Ambrosiani, Sune. Zur Typologie der älteren Kacheln. Akad. Abh. Stockholm 1910.
- \*1478. Beckman, Bengt. Über den Einfluss des Druckes auf die elektrische Leitfähigkeit bei Pyrit, Eisenglanz und Metallegierungen. Inaug.-Diss. Upsala 1911. (Ur: Upps. univ. årsskr., 1911.)
- \*1479. Bladin, Vilhelm. Studies in denominative verbs in English. Inaug. diss. Uppsala 1911.
- \*1480. Blanck, Anton. Den nordiska renässansen i sjuttonhundratalets litteratur. Akad. avh. Stockholm 1911.
- \*1481. Blomqvist, Sven. Till högbuskformationens ekologi. Akad. afh. Stockholm 1911. (Ur: Sv. bot. tidskr. Bd. 5. H. 1.)

- \*1482. De Geer, Sten. Klarälfvens serpentinnopp och flodplan. Akad. afh. Stockholm 1911. (Ur: Sv. geol. undersökn. årsb., 4.)
- \*1483. Grape, Anders. Studier över de i fornsvenskan inlånade personnamnen (företrädesvis intill 1350). 1. Akad. avh. Uppsala 1911.
- \*1484. Halle, Thore. On the geological structure and history of the Falkland Islands. Acad. diss. Uppsala 1911. (Ur: Bull. geol. inst. Ups., Vol. 11.)
- \*1485. Jacobson, Gustaf. Sverige och Frankrike 1648—1652. Alliansens upplösning efter westfaliska freden. Akad. afh. Uppsala 1911.
- \*1486. Linderholm, Emanuel. Sven Rosén och hans insats i frihetstidens radikala pietism. Akad. afh. Uppsala & Stockholm 1911. [Med] Bilaga: Skrifter och bref af Sven Rosén. Samlade och utg. af Emanuel Linderholm. Uppsala & Stockholm 1910.
- \*1487. Lindstam, Sigfrid. Georgii Lacapeni epistulae X priores cum epimerismis editae. Commentatio academica. Upsaliae 1910. (Ur: Ups. univ. årsskr. 1910.)
- \*1488. Nelson, Helge. Om randeltan och randdåsar i mellersta och södra Sverige. Akad. afh. Stockholm 1910. (Ur: Sv. geol. undersökn. årsb., 3.)
- \*1489. Nordström, Torsten. Studien über die Ausbildung der neuhochdeutschen starken Präsensflexion. Inaug.-Diss. Uppsala 1911.
- \*1490. Quensel, Percy. Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillera. Inaug.-Diss. Uppsala 1911. (Ur: Bull. geol. inst. Ups. Vol. 11.)
- \*1491. Rönnholm, Albin. Om strömtätheten och värmeutvecklingen på katoden i förtunnade gaser vid elektriska urladdningar. Akad. afh. Uppsala 1911.
- \*1492. Stolpe, Per. En sydsvensk israndslinie och dess geografiska betydelse. Akad. afh. Göteborg 1911. (Ur: Göteb. K. vet.- o. vittsambh. handl. Följd 4. H. 13.)
- \*1493. Tunberg, Sven. Studier rörande Skandinaviens äldsta politiska indelning. Akad. afh. Uppsala 1911.
- \*1494. Wellander, Erik. Die Bedeutungsentwicklung der Partikel *ab* in der mittelhochdeutschen Verbalkomposition. Akad. Abh. Uppsala 1911.
- \*1495. Westman, Knut. Birgitta-studier, 1. Akad. avh. Uppsala 1911. (Ur: Upps. univ. årsskr. 1911.)
1496. L. A. Jägerskiöld. Results of the Swedish Zoological Expedition to Egypt and the White Nile. 1901. Part 4. Uppsala 1909.
- \*1497. Almqvist. Nubische Studien im Sudan 1877—78. Uppsala & Leipzig 1911. 4to.
- L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*
- \*1498. Bulletin. 1911. No. 15. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]
- La Société physico-chimique russe, St.-Petersbourg (Université Imp.).*
1499. Journal. Section de Chimie. T. 43. No. 7. St.-Petersbourg 1911.

*La Société Entomologique de Russie, St.-Petersbourg.*

1500. Horae. T. 40. No. 1. St.-Petersbourg 1910.

*La Société Impériale des Naturalistes de St.-Petersbourg.*

1501. Travaux. Section de Botanique. T. 42. No. 2—8. St.-Petersbourg 1911.

*The Royal Astronomical Society of London.*

1502. Monthly Notices. Vol. 71. No. 9. London 1911.

*The Linnean Society of London.*

1503. Proceedings. 1910—11. London 1911.

1504. List of the Linnean Society. 1911—12. London 1911.

*The London Mathematical Society, London.*

1505. Proceedings. Series 2. Vol. 10. Part 3—4. London 1911.

*The Cambridge Philosophical Society, Cambridge.*

1506. Transactions. Vol. XXI. No. 15—16. Cambridge 1911. 4to.

*The Liverpool Biological Society, Liverpool.*

\*1507. Proceedings and Transactions. Vol. XXV. Liverpool 1911. [Z.M.]

*The Marine Biological Association of the United Kingdom, Plymouth.*

1508. Journal, New Ser. Vol. IX. No. 2. Plymouth 1911.

*The Royal Irish Academy, Dublin.*

1509. Proceedings. Vol. XXXI. Clare Island Survey. Part 65. Dublin 1911.

1510. Todd Lecture Series. Vol. XVII. Dublin 1911.

*Kon Vlaamsche Academie. Gent.*

\*1511. List der uitgeschreven Prijsvragen. Gent 1911. [K. B.]

*L'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris.*

1512. Catalogue du fonds tibétain de la Bibliothèque nationale. II. Paris 1909.

*La Bibliothèque d'Art et d'Archéologie, Paris (Rue Spontini, 19).*

\*1513. Répertoire d'Art et d'Archéologie. 1910. Index. 1911. Trim. 1—2. Paris 1911. 4to. [K. B.]

*Die kön. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*

1514. Abhandlungen. Math.-phys. Klasse. Neue Folge. Bd. VIII. No. 3. Berlin 1911. 4to.

*Die Universität zu Kiel.*

\*1515. Chronik. 1910—11. Kiel 1911.

\*1516. Verzeichniss der Vorlesungen. Winter- und Sommer-Halbjahre 1910—11. Kiel 1910—11.

\*1517. 134 Dissertationen. Kiel u. a. St. 1910—11. 4to &amp; 8vo.

*Die Kommission z. wissenschaftl. Untersuchung d. deutschen Meere, Kiel.*

1518. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. Neue Folge. Bd. XIII. Kiel und Leipzig 1911. 4to.

*Das kön. Aeronautische Observatorium, Lindenborg bei Beeskov.*

1519. Ergebnisse der Arbeiten. Bd. VI. 1910. Braunschweig 1911. 4to.

*Die k.-k. Geologische Reichsanstalt, Wien.*

1520. Abhandlungen. Bd. XX. H. 4—5. Wien 1911. 4to.

*Die Redaktion der „Monatshefte für Mathematik und Physik“, Wien.*

1521. Monatshefte. Jahrg. 22. 4. Vierteljahr. Wien 1911.

*L'Academie des Sciences de Cracovie.*

1522. Bulletin international. Cl. de Philologie &amp;c. 1911. No. 4—5. Cracovie 1911.

1523. Bulletin international. Classe des Sciences. 1911 A. No. 5, 7. B. No. 7. Cracovie 1911.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*1524. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 2. Semestre. Fasc. 8. Roma 1911. 4to.*La Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Roma,*

1525. Bollettino del Comitato talassografico. No. 12. Venezia 1911.

*La Regia Deputazione Abruzzese di Storia patria, Aquila.*

\*1526. Bullettino. Serie 3. Anno I. Puntata 2—3. Aquila 1910. [K. B.]

*La Real Academia de la Historia, Madrid.*

\*1527. Boletín. Tomo 58. Cuad. 6. Madrid 1911. [K. B.]

*Academia Polytechnica do Porto (rua de Costa Cabral 148).*

1528. Annaes Scientificos. Vol. VI. No. 2. Coimbra 1911.

*The Astronomical Observatory of Harvard College, Cambridge, Mass.*

1529. Circulars. No. 167. Cambridge 1911. 4to.

*The Wisconsin Geological and Natural History Survey, Madison.*

1530. Bulletin. No. 21—22. Madison 1911.

*Professor Edward S. Dana, New Haven.*

1531. The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 32. No. 191. New Haven 1911.

*The New York Academy of Sciences, New York.*

1532. Annals. Vol. XX. Part 3. New York 1910.

*The American Geographical Society, New York.*

1533. Bulletin. Vol. 43. No. 11. New York 1911.

*The Geological Society of America, New York.*

1534. Bulletin. Vol. 22. No. 3. New York 1911.

*The American Mathematical Society, New York City.*

1535. Bulletin. Vol. 18. No. 2. Lancaster and New York 1911.

*The American Museum of Natural History, Central Park, New York.*

1536. Journal. Vol. 11. No. 7. New York City 1911.

*The University Museum, Philadelphia.*

1537. Publications of the Babylonian Section. Vol. I. No. 1. Philadelphia 1911.

*The American Philosophical Society, Philadelphia.*

1538. Proceedings. Vol. 50. No. 201. Philadelphia 1911.

*The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Penn.*

1539. Journal. Second Series. Vol. XIV. Part 3. Philadelphia 1911. 4to.

*The Lick Observatory, Mount Hamilton, near San José, California.*

1540. Publications. Vol. IX. Part 4. Sacramento 1907—11. 4to.

*The Smithsonian Institution, Washington D. C.*

1541. U. S. National Museum. Bulletin. No. 76. Washington 1911. 4to.

1542. Contributions to Knowledge. Vol. 27. No. 3. Washington 1911. 4to.

*The Entomological Society of Ontario, Guelph.*

1543. The Canadian Entomologist. Vol. 43. No. 11. London 1911.

*L'Institut de Carthage, Tunis.*

\*1544. Revue Tunisienne. No. 89. Tunis 1911. [K. B.]

*Det Danske Meteorologiske Institut, København.*

1545. Maanedsoversigt. 1911. Oktober. København 1911. Fol.

*Norges Geografiske Opmaalning, Kristiania.*

\*1546. Topografisk kart. No. 31 C, 20 A, L. 11. Kristiania 1911. [M. M.]

\*1547. Geologisk kart over Rennebu. Kristiania 1911. [M. M.]

*Bergens Museum, Bergen.*

1548. Naturen. Aarg. 35. No. 11. Bergen 1911.

*Kgl. Svenska Vetenskaps-Akademiën, Stockholm.*

1549. Årsbok för 1911. Stockholm 1911.

1550. Arkiv för botanik. Bd X. Häfte 2—4. Stockholm 1911.

1551. Arkiv för kemi, mineralogi och geologi. Bd. IV. Häfte 2. Stockholm 1911.

1552. Arkiv för matematik, astronomi och fysik. Bd. VI. Häfte 4, VII. Häfte 1—2. Stockholm 1911.

1553. Handlingar. Bd. 46. No. 4—11 &amp; Titel, Bd. 47. No. 1. Stockholm 1911. Fol.

1554. Les Prix Nobel en 1909—1910. Stockholm 1910—11.

1555. Meddelanden från Akademiens Nobelinstitut. Bd. II. No. 1. Uppsala &amp; Stockholm 1909—11.

1556. Meteorologiska iakttagelser i Sverige. Vol. 52 med Bihang. Stockholm 1911. 4to.

1557. Astronomiska iakttagelser och Undersökningar. Bd. 9. No. 3—4. Stockholm 1911. 4to.

1558. Rosén. Meridiangradmätning vid Sveriges västra kust. Uppsala 1911.

*L'Académie Impériale des Sciences, St.-Petersbourg.*

\*1559. Bulletin. 1911. No. 16. St.-Petersbourg 1911. [S. A.]

*Finska Vetenskaps-Societeten, Helsingfors.*

\*1560. Öfversigt. Bd. 53 A—C. Helsingfors 1911. [K. B.].

\*1561. Bidrag till kändedom af Finlands natur och folk. H. 70. No. 1—2 &amp; Titel, H. 72. No. 3. Helsingfors 1911. [K. B.]

- \*1562. Finländische Hydrographisch-biologische Untersuchungen. No. 6. Helsingfors 1911. 4to. [K. B.]

*The Royal Society, London W. (Burlington House).*

1563. Proceedings. Series A. Vol. 85. No. 582. London 1911.

*The Meteorological Office, London.*

- \*1564. 6. Annual Report of the Meteorological Committee. 1910—11. London 1911. [M. I.]
- \*1565. Weekly Weather Report. New Series. Vol. 27. Special Suppl. & Title, Vol. 28. No. 6—47. London 1911. 4to. [M. I.]
- \*1566. Monthly Weather Report, New Series. Vol. 27. Annual Summary & Title, Vol. 28. No. 1—10. London 1911. 5to. [M. I.]
- \*1567. Observations at Stations of the second Order and at Anemograph Stations. 1910. Title, 1911. Jan.—Sept. London 1911. 4to. [M. I.]
- \*1568. Weekly Weather Report. New Series. Appendix I. Vol. 27. 4. Quarter, Vol. 28. 1—3 Quarter. London 1911. 4to. [M. I.]
- \*1569. Weekly Weather Report. Appendix II. Vol. 27. Raindays etc. 1910. London 1911. 4to. [M. I.]
- \*1570. Weekly Weather Report. New Series. Appendix III. Vol. 27. Summary of Gales 1910. London 1911. 4to. [M. I.]
- \*1571. Hourly Readings. 1910. London 1911. 4to. [M. I.]

*The Manchester Literary and Philosophical Society, Manchester.*

1572. Memoirs and Proceedings. 1910—11. Vol. 55. P. 3. Manchester 1911.

*Museum, Leiden (Dr. A. Kluyscr, Heerengracht 20).*

- \*1573. Museum. 19. Jaarg. No. 3. Leiden 1911. 4to. [K. B.]

*L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles.*

1574. Bulletin. 4<sup>e</sup> Série. T. XXV. No. 8. Bruxelles 1911.

*La Société Belge de Géologie, Bruxelles.*

1575. Bulletin. Procès-Verbal. T. 25. No. 6—7. Bruxelles 1911.

1576. Bulletin. Mémoires. T. 25. No. 1—2. Bruxelles 1911.

*Kon. Vlaamsche Academie, Gent.*

- \*1577. Jaarboek. 1911. Gent 1911. [K. B.]
- \*1578. Cock en Teirlinck. Brabantsch Sagenboek. 2. Deel. Gent 1911. [K. B.]
- \*1579. Th. Coopman & Jan Broeckaert. Bibliographie van den vlaamschen Taalstrijd. Deel IX. Gent 1911. [K. B.]

*La Société française de physique, Paris (44, rue de Rennes).*

1580. Journal de physique. 5. série. T. I. 1911. Nov. Paris 1911.

*Redaktion der „Zeitschrift für wissens. Insektenbiologie“, Berlin-Schöneberg (Vorbergstr. 13).*

1581. Zeitschrift für Insektenbiologie. Bd. VII. H. 11. Berlin 1911.

*Die Physikalisch-Medicinische Gesellschaft zu Würzburg.*

1582. Sitzungsberichte. 1911. No. 3—7. Würzburg 1911.

*Die kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.*

1583. Sitzungsberichte. Philos.-Hist. Classe. Bd. 166. Ahh. 4, Bd. 167. Abh. 4, Bd. 168. Abh. 1, 4. Wien 1911.
1584. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. I. Bd. 120. H. 5. Wien 1911.
1585. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II a. Bd. 120. H. 5. Wien 1911.
1586. Sitzungsberichte. Math.-Naturw. Classe. Abt. II b. Bd. 120. H. 4. Wien 1911.

*La Reale Accademia dei Lincei, Roma.*

1587. Atti. Serie 5<sup>a</sup>. Rendiconti. Cl. di scienze fis., mat. e nat. Vol. XX. 2 Semestre. Fasc. 9. Roma 1911. 4to.
1588. Rendiconti della Classe di scienze morali, storiche e filologiche. Serie 5<sup>a</sup>. Vol. XX. Fasc. 5—6. Roma 1911. 4to.

*Il R. Comitato Geologico d'Italia, Roma.*

1589. Bollettino. 1911. No. 2. Roma 1911.

*Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.*

1590. Bollettino. 1911. No. 131. Firenze 1911.

*La Società Italiana di Fisica, Pisa.*

1591. Il Nuovo Cimento. Serie 6<sup>a</sup>. Vol. II. Fasc. 11. Pisa 1911.

*La Real Academia de la Historia, Madrid.*

- \*1592. Boletín. Tomo 59. Cuad. 1—2. Madrid 1911. [K. B.]

*Τὸ ἐθνικὸν πανεπιστήμιον ἐν Ἀθήναις.*

1593. Ἐπιστημονικὴ Ἐπετήρις. 1909—11. Ἐν Ἀθήναις 1911.

*The University of Chicago.*

1594. Dorety. The Seedling of Ceratozamia. (Diss.) Chicago 1908.

*The U. S. Weather Bureau, Dep. of Agriculture, Washington, D. C.*

- \*1595. Report of the Chief for 1909—10. Washington 1911. 4to. [M. I.]
- \*1596. Monthly Weather Review. Vol. 39. No. 1—6. Washington 1911. 4to. [M. I.]
- \*1597. Bulletin of the Mount Weather Observatory. Vol. III. Part 5 & Title, IV, 1—2. Washington 1911. [M. I.]

*The Biological Society of Washington.*

1598. Proceedings. Vol. 24. Pag. 209—230. Washington 1911.

*La Sociedad de Geogr. y Estadística de la República Mexicana, México.*

1599. Boletín. V. época. T. IV. No. 8—12. México 1911.

*Observatorio Meteorológico Central de México.*

- \*1600. Boletín Mensual. 1911. Junio—Juliö. México 1911. 4to [M. I.]

*Observatorio Meteorológico, Morelia, Michoacan, México.*

1601. Boletín mensual de la Sección Meteorológica del Estado de Michoacan. 1911. Sept. Morelia 1911. 4to.

*El Observatorio Astronómico de Santiago de Chile.*

1602. Publicaciones. No. 1. Santiago de Chile. 1911. 4to.

*Ministerio de Agricultura, Buenos Aires.*

1603. Boletín. T. XIII. No. 10. Buenos Aires 1911.

*Instituto Geográfico Argentino, Buenos Aires.*

1604. Boletín. T. XXV. Nums. 5—6. Buenos Aires 1911.

*Department van Landbouw, Batavia.*

\*1605. Bulletin. 2. Série. No. 1—2. Buitenzorg 1911. [B. H.]

1606. Koningsberger. Java. Afl. 1. Buitenzorg 1911.

*The Meteorological Reporter to the Government of India, Calcutta.*\*1607. Monthly Weather Review. 1911. March—June. Calcutta 1911.  
4to. [M. I.]*L'Institut de Carthage, Tunis.*

\*1608. Revue Tunisienne. No. 90. Tunis 1911. [K. B.]

*The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town.*

1609. Annals. Vol. V. Title, VI. Title, XI. Part 1—2. Cape Town 1911.

1610. South African Journal of Science. Vol. VIII. No. 4. Cape Town 1911.

*Commonwealth of Australia, Department of Trade and Customs, Melbourne.*

1611. Gilruth and Sweet. Onchocerca Gibsoni. Sydney 1911.

*M. le Capitaine de Vaisseau A.-A. Baldaque da Silva, Lisbonne (Estrada de Campolide 44).*1612. Baldaque da Silva. Le Problème de la Vie. (Exemplaire No. 44).  
Lisboa 1911.*M. Charles Janet, Beauvais.*1613. Janet. Sur la morphologie des membranes basales de l'insecte.  
(Extrait.) Beauvais 1909.1614. Janet. Sur la parthénogenèse arrhénotoque de la fourmi ouvrière.  
(Extrait.) Beauvais 1909.1615. Janet. Sur un nématode qui se développe dans la tête de la  
formica fusca. (Extrait.) Beauvais 1909.

1616. Janet. Note sur la phylogénèse de l'insecte. Rennes 1909.

1617. Janet. Sur la morphologie de l'insecte. Limoges 1909.

1618. Janet. Sur l'ontogénèse de l'insecte. Limoges 1909.

*Mrs. Lucy A. Mallory, Portland, Oregon.*1619. The World's Advance-Thought. The Universal Republic. New  
Series. Vol. 24. No. 10. Portland 1911.*B. G. Teubner, Leipzig.*1620. Schulze. B. G. Teubner 1811—1911. Geschichte der Firma. Leipzig  
1911.1621. Aus dem Verlage von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1811  
—1911. Leipzig 1911.

## II

## OVERSIGT

OVER

DE LÆRDE SELSKABER, VIDENSKABELIGE ANSTALTER  
OG OFFENTLIGE BESTYRELSER,FRA HVILKE DET K. D. VIDENSKABERNES SELSKAB I AARET 1911  
HAR MODTAGET SKRIFTER,

SAMT

ALFABETISK FORTEGNELSE OVER DE PERSONER, DER I SAMME  
TIDSRUM HAVE INSENDT SKRIFTER TIL SELSKABET, ALT MED  
HENVISNING TIL FORANSTAAENDE BOGLISTES NUMRE(De Institutioner, ved hvilke er tilføjet et (B.), er i Bytteforbindelse  
med Selskabet.)

## DANMARK

- Udenrigsministeriet, København. Nr. —  
 Universitets-Kvæsturen i København. Nr. 4, 1464.  
 Universitetets Zoologiske Museum, København. Nr. —  
 Det kgl. Bibliotek, København. Nr. 626.  
 Kommissionen for Danmarks geologiske Undersøgelse, København. Nr. 826.  
 Kommissionen for Ledelsen af de geologiske og geografiske Undersøgelser  
 i Grønland, København. Nr. 630.  
 Det kongl. Akademi for de skønne Kunster i København. Nr. 827.  
 Generalstabens topografiske Afdeling, København. Nr. 1, 627, 1271.  
 Den danske Gradmaaling, København. Nr. 657.  
 Landbohøjskolen, København. Nr. —  
 Landbohøjskolens Serumlaboratorium, København. Nr. 5, 546.  
 Statens Lærerhøjskole, København. Nr. 1193.  
 Det Danske Meteorologiske Institut, København. Nr. 2, 66, 134, 202,  
 322—323, 433, 498, 628—629, 658—659, 828—830, 1192, 1371, 1545.  
 Københavns Observatorium, København. Nr. 67, 324, 831, 1272.  
 Den polytekniske Lærestanstalt, København. Nr. 3.  
 Den Anthropologiske Komité, København. Nr. —  
 Biologisk Selskab, København. Nr. —

- Direktionen for Carlsbergfondet, København. Nr. —  
 Dir. f. den grevel. Hjelmsjerne-Rosencroneske Stiftelse, København. Nr. —  
 Dansklærerforeningen i København. Nr. —  
 Den almindelige danske Lægeforenings Cancerkomité, København. Nr. —  
 Det philologisk-historiske Samfund, København. Nr. —  
 Teosofisk Samfund, København. Nr. —  
 Aarhus Kathedralskole, Aarhus. (B.) Nr. —  
 Folkehøjskolen i Askov. Nr. 547.  
 Landsbiblioteket i Reykjavik. Nr. —  
 Den lærde Skole i Reykjavik. Nr. 1372.  
 Gagnfræðaskólinn á Akureyri. Nr. —  
 Den arktiske Station paa Disko. Nr. 832.

### NORGE

- Det Kgl. Norske Universitets-Observatorium, Kristiania. (B.) Nr. —  
 Norges Universitets-Bibliothek, Kristiania. (B.) Nr. —  
 Den norske historiske Kildeskriptionskommission, Kristiania. Nr. 6, 837.  
 Den norske Nordhavs-Expeditions Udgifter-Komité, Kristiania. Nr. —  
 Den norske Gradmaalingskommission, Kristiania. Nr. —  
 Norges geografiske Opmaalning, Kristiania. (B.) Nr. 68, 833, 1546—1547.  
 Videnskabs-Selskabet i Kristiania. (B.) Nr. 834—836.  
 Det Norske Meteorologiske Institut, Kristiania. Nr. —  
 Den Physiographiske Forening, Kristiania. Nr. —  
 Redaktionen af Archiv for Math. og Naturvidensk., Kristiania. Nr. —  
 Bergens Museum. (B.) Nr. 135, 203, 261, 499—500, 548, 660, 838—840,  
 1194, 1273—1274, 1373, 1548.  
 Stavanger Museum. Nr. —  
 Det kgl. Norske Videnskabers Selskab, Trondhjem. (B.) Nr. 7.  
 Tromsø Museum. (B.) Nr. 136—137.

### SVERIGE

- Kgl. Svenske Generalkonsulat, København. Nr. —  
 Kungl. Biblioteket, Stockholm. Nr. 1465.  
 Kgl. Svenska Vetenskaps-Akademien i Stockholm. (B.) Nr. 262—269,  
 1549—1558.  
 Kongl. Vitterhets Historie och Antiquitets Akademien, Stockholm. (B.)  
 Nr. 138, 842, 1275.  
 Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm. (B.) Nr. 434—437, 841.  
 Svenska hydrografisk-biologiska Kommissionen, Stockholm. Nr. —

- Nordiska Museet, Stockholm. (B.) Nr. 8, 501.  
 Redaktionskommittén för Klason-festschrift, Stockholm. Nr. —  
 Stockholms Högskola, Stockholm. (B.) Nr. —  
 Almäna Läroverken, Gefle. Nr. —  
 Göteborgs Högskola. Nr. 325.  
 Kgl. Vetenskaps och Vitterhets Samhälle, Göteborg. (B.) Nr. —  
 Kongl. Carolinska Universitet i Lund. (B.) Nr. 1466.  
 Kgl. Fysiografiska Sällskapet, Lund. Nr. —  
 Kongl. Universitets Bibliotheket i Upsala. (B.) Nr. 9—10, 661—662, 1276,  
 1467—1497.  
 Universitets Observatorium i Upsala. Nr. 271.  
 Kongl. Vetenskaps-Societeten i Upsala. (B.) Nr. 270, 1195.  
 Klubo Esperantista, Upsala. Nr. —

#### RUSLAND OG FINLAND

- L'Université Impériale de St.-Pétersbourg. Nr. —  
 L'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg. Nr. 11, 139, 272,  
 326, 438, 502, 549, 631, 663—665, 843, 1196, 1277, 1374, 1498, 1559.  
 La Société phys.-chim. russe, l'Univ. Imp., St.-Pétersbourg. (B.) Nr. 12,  
 140, 503, 632, 666, 844, 1197, 1278, 1499.  
 L'Observatoire Physique Central de Russie à St.-Pétersbourg. (B.) Nr. 1206.  
 L'Observatoire Central Nicolas, St.-Pétersbourg. Nr. —  
 La Commission archéologique à St.-Pétersbourg. (B.) Nr. —  
 La Commission archéographique, St.-Pétersbourg. (B.) Nr. 327—333.  
 La Société archéologique russe, St.-Pétersbourg. (B.) Nr. 845—850.  
 La Direction du jardin Impérial de Botanique, St.-Pétersbourg. (B.) Nr. —  
 La Société entomologique de Russie, St.-Pétersbourg. (B.) Nr. 204—205,  
 334, 851, 1500.  
 L'Association intern. pour l'Exploration de l'Asie Centrale et de l'Extrême  
 Orient, St.-Pétersbourg. Nr. —  
 Le Comité Géologique, St.-Pétersbourg. (B.) Nr. 60—71, 504—505, 852—  
 855, 1279, 1375.  
 L'Institut des Mines de Cathérine II, St.-Pétersbourg. Nr. —  
 La Société Impériale Russe de Géographie, St.-Pétersbourg. Nr. —  
 L'Institut Imp. de Médecine expér. à St.-Pétersbourg. (B.) Nr. 335, 550,  
 856.  
 La Société Impériale des Naturalistes, St.-Pétersbourg. (B.) Nr. 1199—1205,  
 1501.  
 L'Université Imp. de Moscou. Nr. —  
 Das Meteorologische Observatorium d. kais. Univ., Moskva. Nr. 857—858.

- Les Archives de l'État, Moscou. (B.) Nr. —
- La Société Impériale des Naturalistes de Moscou. (B.) Nr. 511, 668.
- La Société Imp. des Amis d'Histoire naturelle, d'Anthropologie et d'Ethnographie à Moscou. (B.) Nr. 667, 860.
- Les Musées Public et Roumiantzow à Moscou. (B.) Nr. 859.
- La Société pour l'Exploration de la Russie septentrionale, Archangelsk. Nr. —
- La Société des Naturalistes de Kiew. (B.) Nr. 1207.
- Das Meteorologische Observatorium der kais. Univ., Jurjew (Dorpat). Nr. —
- L'Annuaire Géol. et Minéral., Novo-Alexandria. (B.) Nr. 206, 669, 861.
- L'Observatoire Constantin, Pavlosk. (B.) Nr. —
- Die Gesellschaft für Geschichte der Ostseeprovinzen. Riga. (B.) Nr. 1376—1377.
- L'Observatoire Magnétique et Météorologique d'Irkoutsk. Nr. —
- La Section d'Odessa de la Société Imp. Technique Russe, Odessa. Nr. 1280.
- L'Administration des Mines du Caucase et du Transcaucase, Tiflis. (B.) Nr. —
- Das Physikalische Observatorium, Tiflis. Nr. —
- La Rédaction des „Travaux mathématiques et physiques“, Varsovie. Nr. 672.
- La Société scientifique de Varsovie. Nr. 207, 273, 336, 552, 633, 670—671, 862.
- Industristyrelsen i Finland, Helsingfors. Nr. —
- Geologiska Kommissionen, Helsingfors. (B.) Nr. —
- L'Observatoire de Helsingfors. Nr. —
- Finska Vetenskaps-Societeten, Helsingfors. (B.) Nr. 72—73, 673, 1208—1209, 1378—1379, 1560—1562.
- L'Institut Météorologique de la Société des Sciences, Helsingfors. Nr. —
- Die Meteorologische Zentralanstalt, Helsingfors. Nr. 863.
- Societas pro Fauna et Flora fennica, Helsingfors. (B.) Nr. —
- La Société Finno-Ougrienne, Helsingfors. Nr. —
- Die Redaktion der Finnisch-ugrischen Forschungen, Helsingfors. Nr. —
- Sällskapet för Finlands Geografi, Helsingfors. (B.) Nr. 1380—1382.
- Geogr. Föreningen i Finland, Helsingfors. Nr. —
- Åbo Stads Museum, Åbo. (B.) Nr. 74.

#### STORBRITANIEN OG IRLAND

- The Under Secretary of State of India, London. Nr. —
- The British Association for the Advancement of Science, London. (B.) Nr. 868.

- The British Museum, London. (B.) Nr. 1281—1282.
- The Royal Society, London. (B.) Nr. 13—15, 141—142, 208, 274—275, 337, 439, 506—508, 553, 634—635, 674—677, 864—867, 1210—1211, 1283, 1383, 1563.
- The Royal Institution of Great Britain, London. Nr. —
- The British Academy, London. (B.) Nr. 338.
- The Royal Astronomical Society, London. (B.) Nr. 16, 143, 276, 339, 440, 554, 678—679, 869—871, 1502.
- The Royal Geographical Society, London. (B.) Nr. 17, 75, 209, 340, 509, 680, 872, 1212, 1384.
- The Geological Society of London. (B.) Nr. 18, 76, 510—511, 681—682, 1213.
- The Linnean Society, London. (B.) Nr. 873—876, 1284, 1386, 1503—1504.
- The London Mathematical Society, London. (B.) Nr. 19, 77, 277, 512, 636, 877, 1214, 1505.
- The Meteorological Office, London. (B.) Nr. 210—216, 1564—1571.
- The Royal Microscopical Society, London. (B.) Nr. 78, 278, 555, 878, 1385.
- The Physical Society, London. Nr. —
- The Theosophical Society, London. Nr. —
- The Zoological Society of London. (B.) Nr. 144, 543—514, 879—880, 1215.
- The Astronomer Royal, Royal Observatory, Greenwich, London. (B.) Nr. 441, 881.
- The Birmingham Natural History and Philosophical Society, Birmingham. (B.) Nr. 683.
- The Cambridge Philosophical Society, Cambridge. (B.) Nr. 279, 684, 1506.
- The Yorkshire Geological Society, Leeds. (B.) Nr. 218.
- The Leeds Philosophical and Literary Society, Leeds. (B.) Nr. —
- The Literary and Philosophical Society of Liverpool. (B.) Nr. 145.
- The Liverpool Biological Society, Liverpool. (B.) Nr. 1507.
- The Manchester Literary and Philosophical Society, Manchester. (B.) Nr. 219, 685, 1572.
- The Botanical Laboratory, Owens College, Manchester. Nr. —
- The Oxford University, Oxford. Nr. 146.
- The Radcliffe Trustees, Oxford. (B.) Nr. —
- The University Observatory, Oxford. Nr. 217, 882.
- The Marine Biological Assoc. of the United Kingdom, Plymouth. (B.) Nr. 1508.
- The National Physical Laboratory, Teddington. (B.) Nr. 686—687.
- The Yorkshire Philosophical Society, York. (B.) Nr. 883.

- The Royal Society of Edinburgh. (B.) Nr. 147—148, 280, 556, 688, 884, 1216.
- The Edinburgh Geological Society, Edinburgh. (B.) Nr. 149.
- The Royal Physical Society, Edinburgh. (B.) Nr. 689, 885.
- The Royal College of Physicians, Edinburgh. (B.) Nr. —
- The Scottish Meteorological Society, Edinburgh. (B.) Nr. —
- The Scottish Microscopical Society, Edinburgh. Nr. —
- The Royal Observatory, Edinburgh. Nr. 442.
- The Scottish National Antarctic Expedition, Edinburgh. Nr. —
- The University of Aberdeen. (B.) Nr. —
- Department of Agriculture and Technical Instruction, Dublin. Nr. —
- The Provost and Senior Fellows of Trinity College, Dublin. Nr. —
- The Royal Irish Academy, Dublin. (B.) Nr. 220, 281, 443, 557—559, 690—692, 886—888, 1217—1219, 1509—1510.
- The Royal Dublin Society. (B.) Nr. 889, 1387—1388.
- The Royal Geological Society of Ireland, Dublin. (B.) Nr. —
- The Natural History and Philosophical Society, Belfast. (B.) Nr. 282.

#### NEDERLANDENE

- Het Koninklijk Ministerie van Binnenlandsche Zaken, 's Gravenhage. Nr. 20—21.
- Het Koninklijk Ministerie van Kolonien, 's Gravenhage. Nr. —
- Fondation pour l'Internationalisme, La Haye. Nr. 515, 1389.
- De Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. (B.) Nr. 1286—1293.
- Het Kon. Zoologisch Genootschap, Natura artis magistra, te Amsterdam. (B.) Nr. —
- La Société mathématique, Amsterdam. Nr. —
- L'École Polytechnique de Delft. Nr. 890—895.
- Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing, Delft. Nr. —
- Nederlandsche Vereeniging voor Electrotechniek, Delft. Nr. —
- Rijksuniversiteit te Groningen. Nr. 444.
- De Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem. (B.) Nr. 283, 1220.
- La Fondation Teyler à Harlem. (B.) Nr. 693—694.
- De Nederlandsche Dierkundige Vereeniging, Helder. (B.) Nr. 445.
- De Nederlandsche Botanische Vereeniging, Leiden. (B.) Nr. 697, 1294—1295.
- De Rijks Universiteit te Leiden. (B.) Nr. —
- De Sterrewacht te Leiden. Nr. —

- La Commission de Surveillance de l'Encyclopédie d'Islam, Leide. Nr. 341, 695, 1222.  
 Museum, Leiden. (B.) Nr. 22, 221, 342, 516, 637, 696, 896, 1221, 1390, 1573.  
 La Société Batave de Philosophie expérimentale, Rotterdam. Nr. 23.  
 Het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool, Utrecht. Nr. —  
 Het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut te Utrecht. (B.) Nr. 446—447, 698.  
 L'Observatoire astronomique d'Utrecht. Nr. —  
 Het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen te Utrecht. (B.) Nr. —  
 Het Rijksproefstation voor Zaadcontrole te Wageningen. Nr. 24.

## BELGIEN

- Le Ministère de l'Industrie et du Travail, Bruxelles. Nr. —  
 L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles. (B.) Nr. 25—30, 343, 448—451, 560—562, 699—700, 897—902, 1296—1300.  
 L'Académie Royale de Médecine de Belgique, Bruxelles. (B.) Nr. 31, 79, 344, 563, 701, 903, 1223, 1574.  
 Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique, Bruxelles. (B.) Nr. 909—911.  
 L'Observatoire Royal, Bruxelles. (B.) Nr. 80, 150, 453—454, 638, 702—703.  
 Le Jardin Botanique de l'État, Bruxelles. Nr. 904.  
 La Société Royale de Botanique, Bruxelles. (B.) Nr. 905.  
 La Société Entomologique de Belgique à Bruxelles. (B.) Nr. 452, 564.  
 La Société Belge de Géologie, Bruxelles. (B.) Nr. 906—908, 1575—1576.  
 La Société Belge de Microscopie, Bruxelles. (B.) Nr. —  
 La Commission de „Belgica“, Bruxelles (Uccle). Nr. —  
 La Commission polaire internationale, Bruxelles. Nr. —  
 L'Institut Solvay, Bruxelles. Nr. —  
 De paedologische Schooldienst, Antwerpen. Nr. —  
 La Société d'Émulation de Bruges. (B.) Nr. 81, 518, 704, 912.  
 Kon. Vlaamsche Academie, Gent. (B.) Nr. 32, 284, 345, 517, 639, 705, 913, 1224, 1391, 1511, 1577—1579.  
 La Société Royale des Sciences de Liège. (B.) Nr. —  
 L'Université Catholique de Louvain. Nr. —

## FRANKRIG

- Le Ministère de l'Agriculture et du Commerce, Paris. Nr. —  
 Le Ministère du Commerce et de l'Industrie, Paris. Nr. —  
 Le Ministère des Finances, Paris. Nr. 1301.  
 Le Ministère de l'Instruction publique, Paris. Nr. 1225, 1302.  
 Le Ministère de la Marine, Paris. Nr. 1303.  
 Le Ministère de la Guerre, Paris. Nr. —  
 L'Institut de France, Paris. Nr. 455, 1226.  
 L'Académie française de l'Institut de France, Paris. (B.) Nr. —  
 L'Académie des Sciences de l'Institut de France, Paris. (B.) Nr. 914—915.  
 L'Académie des Inscriptions et des Belles Lettres de l'Institut de France,  
 Paris. (B.) Nr. 916—918, 1512.  
 L'Académie des Sciences Morales et Politiques de l'Institut de France,  
 Paris. (B.) Nr. 919—921.  
 L'Observatoire de Montsouris, Paris. (B.) Nr. —  
 Les Professeurs-Administrateurs du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris.  
 (B.) Nr. 1228—1229.  
 La Société Botanique de France, Paris. (B.) Nr. —  
 La Société Géologique de France, Paris. (B.) Nr. 1227.  
 La Société mathématique de France, Paris. (B.) Nr. 565, 922, 1392.  
 L'École Polytechnique, Paris. (B.) Nr. 1231.  
 Le Musée Guimet, Paris. Nr. —  
 La Société française de Physique, Paris. (B.) Nr. 33—34, 82, 151, 222,  
 285—286, 456—457, 519, 566, 640, 706—708, 923—924, 1230, 1393,  
 1580.  
 La Société Zoologique de France, Paris. (B.) Nr. 1232—1233.  
 La Bibliothèque d'Art et d'Archéologie, Paris. Nr. 1304, 1513.  
 La Bibliothèque Sainte-Geneviève, Paris. (B.) Nr. —  
 L'Intermédiaire des Biologistes, Paris. Nr. —  
 L'Université d'Aix. (B.) Nr. 1234—1235.  
 La Société Linnéenne du Nord de la France, Amiens. Nr. —  
 La Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. (B.) Nr.  
 1236—1238.  
 La Société Linnéenne de Bordeaux. (B.) Nr. 1239.  
 La Société des Archives historiques de la Gironde, Bordeaux. (B.) Nr. 1394.  
 L'Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen. (B.)  
 Nr. 1240.  
 La Société nationale des Sciences naturelles &c. de Cherbourg. (B.)  
 Nr. 1241.  
 La Société Nationale Académique de Cherbourg. (B.) Nr. —

- Laboratoire de Zoologie et de Physiologie maritimes, Concarneau. (B.) Nr. 1242.
- L'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon. (B.) Nr. 1243.
- L'Université de Lille. (B.) Nr. —
- L'Université de Lyon. (B.) Nr. 1244—1245.
- Museum de la Ville de Lyon. Nr. 1246.
- L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. (B.) Nr. 520, 925, 1247.
- La Société d'Agriculture de Lyon. (B.) Nr. 1248.
- La Société Linnéenne de Lyon. (B.) Nr. 83, 709, 1249.
- La Faculté des Sciences, Marseille. (B.) Nr. 1250.
- Musée d'Histoire Naturelle de Marseille. Nr. —
- L'Institut océanographique, Monaco. Nr. 84, 287, 521, 567, 710, 1305, 1395.
- L'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. (B.) Nr. 152, 346, 522, 711, 926, 1251—1253.
- La Société des Sciences de Nancy. (B.) Nr. 1254.
- La Société des Sciences naturelles, Nantes. Nr. —
- La Société archéologique et historique, Orléans. (B.) Nr. 1255.
- La Société des Antiquaires de l'Ouest, Poitiers. (B.) Nr. 1256—1257.
- L'Académie Nationale de Reims. (B.) Nr. 1258.
- La Société Scientifique et Médicale de l'Ouest, Rennes. (B.) Nr. —
- L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen. (B.) Nr. 1260.
- La Société d'Histoire naturelle de Toulouse. Nr. —
- La Société française de Botanique, Toulouse. Nr. —
- L'Université de Toulouse. (B.) Nr. 1261—1264.
- La Société archéologique de Touraine, Tours. (B.) Nr. 1265.

### SCHWEIZ

- Die naturforschende Gesellschaft, Basel. (B.) Nr. —
- Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, Bern. (B.) Nr. 347.
- La Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. (B.) Nr. 153, 523, 568, 927.
- La Commission internat. de l'Enseignement mathématique, Genève. Nr. —
- La Société Vaudoise des Sciences naturelles, Lausanne. (B.) Nr. 154, 641, 928.
- Die Naturforschende Gesellschaft in Zürich. (B.) Nr. 929.
- Die Schweizerische Geodätische Commission, Zürich. Nr. —
- Die Sternwarte der eidg. Polytechnikums zu Zürich. Nr. 155.

## TYSKLAND

- Die Kön. Friedrich-Wilhelms Universität zu Berlin. Nr. 1396.
- Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin. (B.) Nr. 35, 156, 524, 712, 930—932.
- Das königl. Preussische Meteorologische Institut, Berlin. (B.) Nr. 935—936.
- Die Deutsche Physikalische Gesellschaft zu Berlin. (B.) Nr. —
- Die Physikal.-Techn. Reichsanstalt, Charlottenburg, Berlin. (B.) Nr. 937.
- Die Archaeologische Gesellschaft, Berlin. Nr. 85, 933.
- Zeitschrift für Insektenbiologie, Berlin. (B.) Nr. 36, 157, 288, 525, 713, 934, 1306, 1397, 1581.
- Die Kön. Preuss. Geodätische Institut, Potsdam. Nr. 86, 714, 1307.
- Zentralbureau der Internat. Erdmessung, Potsdam. Nr. 526, 938.
- Das königl. Christianeum, Altona. (B.) Nr. 939.
- Der Naturhistorische Verein, Augsburg. (B.) Nr. —
- Die Remeis-Sternwarte zu Bamberg. Nr. 715.
- Kgl. Lyceum Hosianum, Braunsberg. Nr. —
- Der Verein für Naturwissenschaft zu Braunschweig. (B.) Nr. —
- Der Naturwissenschaftliche Verein zu Bremen. (B.) Nr. 716.
- Die Historische Gesellschaft des Künstlervereins, Bremen. (B.) Nr. 1266.
- Kgl. Universitäts-Sternwarte, Breslau. Nr. —
- Die Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur, Breslau. (B.) Nr. 289.
- Der Verein für Schlesische Insektenkunde, Breslau. (B.) Nr. 1398.
- Die Naturforschende Gesellschaft in Danzig. (B.) Nr. —
- Die Provinzial-Kommission der Westpreuss. Museen, Danzig. Nr. —
- Die Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden. (B.) Nr. 569, 940.
- Der naturwissenschaftliche Verein in Elberfeld. (B.) Nr. —
- Die Physikalisch-Medicinische Societät zu Erlangen. (B.) Nr. 1267.
- Die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, Frankfurt a. M. (B.) Nr. 642—643.
- Die Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg in Breisgau. (B.) Nr. 223.
- Die Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, Giessen. (B.) Nr. —
- Die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. (B.) Nr. 37—40, 290—291, 348, 717, 942—943, 1268—1270, 1514.
- Die kön. Universität, Greifswald. (B.) Nr. —
- Der Naturwissenschaftliche Verein für Neu-Vorpommern und Rügen, Greifswald. (B.) Nr. 941.
- Die kaiserlich Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher, Halle a/S. (B.) Nr. 718—719.

- Die Naturforschende Gesellschaft zu Halle a/S. (B.) Nr. —
- Der Naturwissenschaftliche Verein für Sachsen und Thüringen in Halle a/S. (B.) Nr. —
- Die Mathematische Gesellschaft in Hamburg. (B.) Nr. 292, 1308.
- Naturhistorisches Museum zu Hamburg. (B.) Nr. 721.
- Die Hamburger Sternwarte, Hamburg. Nr. 720.
- Der Verein für Naturwissenschaftliche Unterhaltung zu Hamburg. Nr. —
- Die kön. öffentl. Bibliothek zu Hannover. (B.) Nr. —
- Die Naturhistorische Gesellschaft, Hannover. (B.) Nr. —
- Die Biologische Anstalt, Helgoland. (B.) Nr. 458.
- Die Medizinisch-Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena. (B.) Nr. 293, 722, 944.
- Die Grossh. bad. Techn. Hochschule zu Karlsruhe. Nr. —
- Der Verein für Naturkunde, Kassel. (B.) Nr. —
- Die Universität zu Kiel. (B.) Nr. 1515—1517.
- Die königl. Sternwarte bei Kiel. (B.) Nr. —
- Der Naturwissenschaftliche Verein für Schleswig-Holstein, Kiel. (B.) Nr. 224.
- Die Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte, Kiel. (B.) Nr. —
- Schleswig-Holsteinische Museum für vaterländische Alterthümer, Kiel. Nr. —
- Die Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. Nr. (B.) Nr. 294, 1518.
- Die Physikalisch-oekonomische Gesellschaft zu Königsberg. (B.) Nr. 1399.
- Das Astrophysikalische Institut, Königsstuhl-Heidelberg. Nr. —
- Die Universität, Leipzig. Nr. —
- Die kön. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Leipzig. (B.) Nr. 295—298, 945—947.
- Die Astronomische Gesellschaft, Leipzig. (B.) Nr. —
- Die Fürstlich Jablonowski'sche Gesellschaft, Leipzig. Nr. —
- Das kön. Aeronautische Observatorium, Lindenberg. (B.) Nr. 87, 1519.
- Die Geographische Gesellschaft, Lübeck. (B.) Nr. —
- Die kön. Hof- und Staatsbibliothek, München. Nr. —
- Die kön. Technische Hochschule, München. Nr. 570.
- Die königl. Bayerische Akademie der Wissenschaften zu München. (B.) Nr. 158—161, 723—728.
- Die königl. Sternwarte bei München. (B.) Nr. —
- Die Gesellschaft für Morphologie und Physiologie, München. (B.) Nr. 299.
- Die Ornithologische Gesellschaft, München. (B.) Nr. 729.
- Germanisches National-Museum in Nürnberg. (B.) Nr. 948—949.
- Der Offenbacher Verein für Naturkunde, Offenbach. Nr. —

- Der Naturwissenschaftliche Verein zu Osnabrück. Nr. --  
 Die Naturforschende Gesellschaft, Rostock. (B.) Nr. 300.  
 Die Universitäts-Sternwarte, Strassburg. Nr. 730.  
 Die Wissenschaftliche Gesellschaft in Strassburg. (B.) Nr. 527, 950,  
 Das kön. Statistische Landesamt, Stuttgart. (B.) Nr. --  
 Das kön. Staatsarchiv, Stuttgart. Nr. --  
 Der Nassauische Verein für Naturkunde, Wiesbaden. (B.) Nr. --  
 Das Kais. Observatorium in Wilhelmshaven. Nr. 226, 951—952.  
 Die Physikalisch-Medizinische Gesellschaft in Würzburg. (B.) Nr. 162—163,  
 301—302, 571, 731--732, 1582.

### ØSTERRIG OG UNGARN

- Die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien. (B.) Nr. 41—47,  
 227—228, 459—465, 572, 733—737, 953—958, 1309—1314, 1583—1586.  
 Die Anthropologische Gesellschaft in Wien. (B.) Nr. --  
 Das k.-k. Militär-Geographische Institut, Wien. Nr. --  
 Die kais.-königl. Geologische Reichsanstalt in Wien. (B.) Nr. 164, 303,  
 573—574, 959—960, 1315, 1520.  
 Die österr. Commission der internat. Erdmessung, Wien. Nr. 738.  
 Das kais.-kön. Gradmessungs-Bureau, Wien. (B.) Nr. --  
 Die k.-k. öst. Gradmessungs-Commission, Wien. Nr. --  
 Die kais.-kön. Zentral-Anstalt für Meteorologie u. Geodynamik in Wien.  
 (B.) Nr. 229—230, 739.  
 Das kais.-kön. Naturhistorische Hofmuseum in Wien. (B.) Nr. 48, 88, 1316.  
 Die kais.-kön. Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien. (B.) Nr. 49, 89,  
 575, 644, 741, 1317—1318.  
 Monatshefte für Mathematik und Physik, Wien. (B.) Nr. 231, 740, 1521.  
 Die kön. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften in Prag. (B.) Nr. 466  
 —470.  
 Die kais.-kön. Sternwarte zu Prag. (B.) Nr. 961.  
 Česká Akademie Císaře Františka Josefa, Prag. (B.) Nr. 1319—1329.  
 Spolek Chemiků Českých, Prag. (B.) Nr. --  
 Die Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft etc., Prag. (B.)  
 Nr. --  
 Die Mährische Museumsgesellschaft, Brünn. (B.) Nr. 232, 742, 962—964,  
 L'Académie des Sciences de Cracovie. (B.) Nr. 233—235, 304—305, 349  
 350, 743—744, 965—981, 1400, 1522—1523.  
 Bosnisch-Hercegovin. Landesregierung, Sarajevo. Nr. 645.  
 Das Zoologische Institut zu Graz. (B.) Nr. 1401.  
 Der Naturwissenschaftliche Verein für Steiermark, Graz. (B.) Nr. 1330.

- Die Sternwarte zu Kremsmünster. Nr. —  
 Der Naturwissenschaftlich-medizinische Verein, Innsbruck. (B.) Nr. 576.  
 Das Ossolinskische National-Institut, Lemberg. (B.) Nr. 1331.  
 Die Manora-Sternwarte, Lussinpiccolo. Nr. —  
 La Società Adriatica di Scienze Naturali in Trieste. (B.) Nr. —  
 Il Museo civico di Storia naturale, Trieste. (B.) Nr. —  
 Hydrographisches Amt der k.-k. Kriegsmarine in Pola. Nr. —  
 Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. (B.) Nr. 90.  
 Association internationale de Sismologie, Budapest. Nr. —  
 Jugoslavenska Akademija, Zagreb (Agram). (B.) Nr. 351, 1332—1334.  
 Hrvatsko Arkeologičko Društvo, Zagreb (Agram). (B.) Nr. 982.  
 La Société d'Histoire naturelle Croate (Hrvatsko Naravoslovno Društvo) à Zagreb (Agram). (B.) Nr. —  
 Die Siebenbürgische Verein für Naturwissenschaften, Hermannstadt. Nr. —  
 Der Verein für Natur- und Heilkunde zu Pressburg. (B.) Nr. 236.  
 Administracio de la Lingvo Internacia, Szegzárd. Nr. —

## ITALIEN

- Il Ministero della Istruzione pubblica, Roma. Nr. —  
 Biblioteca Vaticana, Roma. (B.) Nr. —  
 Biblioteca Nazionale Centrale Vittorio Emanuele di Roma. Nr. —  
 La Reale Accademia dei Lincei, Rom. (B.) Nr. 50—51, 91, 165, 237—238, 306, 352, 471, 528—529, 577—578, 745—746, 983—986, 1335—1338, 1402—1403, 1524, 1587—1588.  
 La Società Italiana delle Scienze (detta dei XL), Roma. (B.) Nr. —  
 La Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Roma. (B.) Nr. 52, 987—988, 1339, 1525.  
 La Società Geografica Italiana, Roma. (B.) Nr. —  
 Il Real Comitato Geologico d'Italia, Roma. (B.) Nr. 53, 353, 747, 989, 1340, 1589.  
 Deputazione di storia patria negli Abruzzi, Aquila. (B.) Nr. 530, 1526.  
 L'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. (B.) Nr. 239—242, 472, 748, 990—991.  
 Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. (B.) Nr. 54, 243, 354, 531, 579, 646, 749, 992, 1341, 1404, 1590.  
 La Reale Accademia della Crusca, Firenze. (B.) Nr. 307, 993.  
 Il R. Istituto di Studi superiori pratici, Firenze. (B.) Nr. —  
 Real Stazione di Entomologia agraria, Firenze. (B.) Nr. 994.  
 La Società Entomologica Italiana, Firenze. (B.) Nr. 473.

- La Società Italiana d'Antropologia, Etnologia e Psicologia comparata, Firenze. (B.) Nr. —
- Il Museo Civico di Storia naturale, Genova. (B.) Nr. —
- Il Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, Milano. (B.) Nr. —
- Il Comitato per le Onoranze a Francesco Brioschi, Milano. Nr. —
- La Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti, in Modena. (B.) Nr 995.
- La Società Reale di Napoli. (B.) Nr. 55, 532—533, 996, 1405.
- L'Accademia Pontaniana, Napoli. Nr. 92.
- Il Reale Istituto Orientale, Napoli. (B.) Nr. —
- Museo Zoologico della R. Università di Napoli. Nr. —
- Die Zoologische Station zu Neapel. (B.) Nr. 750.
- La Reale Accademie di scienze lettere ed arti, Padova. Nr. —
- La Società Toscana di Scienze Naturali, Pisa. (B.) Nr. 751—752, 997.
- La Società Italiana di Fisica, Pisa. (B.) Nr. 56, 355, 580, 753, 998, 1342, 1406, 1591.
- La Reale Accademia dei Fisiocritici di Siena. (B.) Nr. 999.
- L'Osservatorio della R. Università di Torino. Nr. —
- La Reale Accademia delle Scienze di Torino. (B.) Nr. 244, 754—755, 1344.
- La Società Storica Tortonese, Tortona. (B.) Nr. 308, 756, 1000, 1343.
- Il Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Venezia. (B.) Nr. 1001, 1407—1409.
- L'Accademia degli Zelanti, Acireale. Nr. 58.
- Il Reale Osservatorio di Catania. Nr. —
- La Sovrintendenza agli Archivi Siciliani, Palermo. Nr. —
- La Reale Academia delle Scienze, Lettere e belle Arti, Palermo. (B.) Nr. —
- Circolo matematico di Palermo. (B.) Nr. 57, 166, 647—648, 1003—1004, 1345—1347.
- La Società di Scienze naturali ed economiche, Palermo. (B.) Nr. 1002.
- Università di Sassari. Nr. —

#### SPANIEN

- La Real Academia de Ciencias exactas &c. de Madrid. (B.) Nr. 59—60, 309—310, 757, 1005, 1348.
- La Real Academia de la Historia, Madrid. (B.) Nr. 61, 245, 311, 474, 758, 1006, 1349, 1527, 1592.
- La Real Academia de Ciencias nat. y Artes de Barcelona. (B.) Nr. 167, 581—582, 1007, 1350.
- Colegio Maximo de la Compañía de Jesus, Oña. Nr. 312.
- El Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. (B.) Nr. 313, 583, 1351.

## PORTUGAL

- A Academia Real das Sciencias, Lisboa. (B.) Nr. —  
 Academia de Sciencias de Portugal, Lisboa. Nr. —  
 Sociedade de Geographia, Lisboa. (B.) Nr. 314, 649, 759, 1008, 1352.  
 La Commission des travaux géologiques du Portugal, Lisbonne. Nr. —  
 Academia Polytechnica do Porto. (B.) Nr. 475, 760—761, 1528.

## RUMÆNIEN

- Academia Româna, Bucuresci. (B.) Nr. 764—777.

## GRÆKENLAND

- Ἡ Ἐθνικὴ βιβλιοθήκη τῆς Ἑλλάδος, ἐν Ἀθήναις.* (B.) Nr. —  
*Τὸ Ἐθνικὸν πανεπιστήμιον ἐν Ἀθήναις.* Nr. 762—763, 1593.

## SERBIEN

- L'Académie Royale de Serbie, Belgrade. (B.) Nr. 1009—1014.

## TYRKIET

- L'Institut archéologique russe, Constantinople. (B.) Nr. —  
 Les Musées Impériaux, Constantinople. Nr. 246.

## NORDAMERIKAS FORENEDE STATER

- The Commissioners of the New York State Survey, Albany, New York. Nr. —  
 The Texas Academy of Science, Austin. Nr. —  
 The Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland. (B.) Nr. 1015—1019.  
 The Peabody Institute of the City of Baltimore. (B.) Nr. 1020.  
 The University of California, Berkeley. (B.) Nr. 93, 168—179, 584—592, 1021—1028.  
 The American Academy of Arts and Sciences, Boston. (B.) Nr. 94, 180, 356, 1029, 1410.  
 The Boston Society of Natural History, Boston. (B.) Nr. —  
 Massachusetts General Hospital, Boston. Nr. 95, 247.  
 The University of Colorado, Boulder. Nr. 476, 778, 1030.  
 The Buffalo Society of Natural Sciences, Buffalo. (B.) Nr. 1411.  
 The Harvard College, Cambridge. Nr. —  
 The Astron. Observatory of Harvard College, Cambridge. (B.) Nr. 780—784, 1031—1033, 1529.  
 The Museum of Comparative Zoology, at Harvard College, Cambridge. (B.) Nr. 97, 248, 357, 534, 779, 1034—1035, 1412—1413.  
 Cambridge Entomological Club, Bussey Institution, Cambridge. (B.) Nr. 96, 477, 785, 1036, 1414.

- The University of Chicago. (B.) Nr. 98, 478—479, 593, 650, 786—787, 1037, 1415, 1594.
- The Academy of Sciences, Chicago. (B.) Nr. —
- The Field Columbian Museum, Chicago. Nr. —
- The Lloyd Library etc., Cincinnati. Nr. —
- Pomona College, Claremont, Cal. Nr. —
- The Ohio State Board of Agriculture, Columbus. (B.) Nr. —
- Ohio State University, Columbus. Nr. 358, 1038.
- The Davenport Academy of Natural Sciences, Davenport, Iowa. (B.) Nr. 594.
- The Iowa Academy of Sciences, Des Moines. Nr. —
- The Iowa Geological Survey, Des Moines. Nr. 788.
- North Dakota Agricultural Experiment Station, Fargo. Nr. —
- The Scientific Association, Denison University, Granville, Ohio. (B.) Nr. 181, 595, 1039, 1416.
- The Michigan Mining School, Houghton, Mich. Nr. —
- Iowa University, Iowa City, Iowa. (B.) Nr. —
- The Cornell University, Ithaca. Nr. 359—379.
- The Kansas University, Lawrence. Nr. —
- The University of Nebraska, Agricultural Experiment Station, Lincoln Nr. 380—382, 1040.
- The University of Wisconsin, Madison. Nr. —
- The Wisconsin Geol. and Nat. Hist. Survey, Madison. Nr. 1530.
- The Washburn Observatory of the Univ. of Wisconsin, Madison. Nr. —
- The Wisconsin Academy of Science, Arts and Letters, Madison. (B.) Nr. —
- The Astronomical and Astrophysical Society of America, Madison. Nr. —
- The Meriden scientific Association, Meriden. Nr. —
- The Public Museum, Milwaukee. Nr. —
- The Geological and Natural History Survey of Minn., Minneapolis. Nr. 596.
- The Connecticut Academy of Arts and Sciences, New Haven. (B.) Nr. 99, 1041—1042, 1417.
- The Yale University, New Haven. Nr. —
- The Observatory of Yale University, New Haven. Nr. —
- Prof. E. S. Dana. New Haven, Conn. (B.) Nr. 100, 249, 383, 597, 789 1043, 1418, 1531.
- The New Orleans Academy of Sciences, New Orleans. (B.) Nr. —
- The New York Academy of Sciences, New York. (B.) Nr. 790, 1044, 1532.
- The Brooklyn Institute of Arts and Sciences, New York. Nr. 1045.
- The American Geographical Society, New York. (B.) Nr. 101, 384, 480, 598, 651, 791, 1046, 1419, 1533.

- The Geological Society of America, New York. (B.) Nr. 599, 792, 1047, 1420, 1534.
- The American Mathematical Society, New York City. (B.) Nr. 102, 250—251, 385, 481, 600, 652, 793, 1048—1049, 1421—1422, 1535.
- The American Museum of Nat. History, New York. (B.) Nr. 103, 182—183, 386—387, 482, 601—602, 794, 1050—1054, 1423, 1536.
- The New York Microscopical Society, New York. Nr. —
- The U. S. Military Academy, New York. (B.) Nr. —
- The Leland Stanford jr. Univ., Palo Alto, Cal. Nr. 604, 1428.
- The Museum of Science and Art, Philadelphia. (B.) Nr. 388, 483, 1055—1059, 1424, 1537.
- The American Philos. Society, Philadelphia. (B.) Nr. 389, 1060, 1425—1426, 1538.
- The Historical Society of Penn., Philadelphia. Nr. —
- The Geographical Society, Philadelphia. Nr. —
- The Geological Survey of Penn., Philadelphia. (B.) Nr. —
- The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. (B.) Nr. 104—105, 795, 1061, 1539.
- The Wagner Free Institute of Science of Philadelphia. (B.) Nr. —
- The Geographical Club of Philadelphia. Nr. —
- Præco Latinus, Philadelphia. Nr. —
- The Allegheny Observatory, Pittsburgh. Nr. 106—107, 184, 1063.
- The Portland Society of Natural History, Portland. (B.) Nr. —
- The Princeton University Observatory, Princeton. Nr. 1062.
- The Rochester Academy of Science, Rochester, N. Y. Nr. 1064.
- The Essex Institute, Salem. (B.) Nr. —
- The California Academy of Sciences, San Francisco. (B.) Nr. 535.
- The Geographical Society of California, San Francisco. Nr. —
- The Geographical Society of the Pacific, San Francisco. Nr. —
- The Techn. Society of the Pacific, San Francisco. Nr. —
- The Lick Observatory, Mt. Hamilton near San José, Cal. (B.) Nr. 108, 185, 390, 603, 653, 1065, 1427, 1540.
- The Academy of Science of St. Louis. (B.) Nr. 796.
- The Missouri Botanical Garden, St. Louis. Nr. 391.
- The Minnesota Historical Society, St. Paul. (B.) Nr. —
- Tufts College, Mass. (B.) Nr. —
- The Illinois State Laboratory of Natural History, Urbana. (B.) Nr. —
- The U. S. Departm. of Agriculture, Washington. Nr. 1068—1116.
- The U. S. Weather Bureau, Dep. of Agriculture, Washington. (B.) Nr. 252—255, 484, 605, 797, 1595—1597.

- The U. S. Coast and Geodetic Survey, Washington. Nr. 1117.  
 The U. S. Geogr. and Geological Survey, Washington. Nr. —  
 The U. S. Geological Survey, Dep. of the Int., Washington. (B.) Nr. 109—111, 393—395, 1119—1121, 1430—1431.  
 The United States Naval Observatory, Washington. Nr. 112, 1432.  
 The Bureau of Education (Dep. of the Int.), Washington. Nr. 186, 798.  
 The Library of Congress, Washington. (B.) Nr. 1122.  
 The U. S. Commission of Fisheries, Washington. (B.) Nr. 392, 606, 799, 1118, 1429.  
 The Bureau of Standards, Washington. (B.) Nr. 256, 800.  
 The National Academy of Sciences, Washington. (B.) Nr. —  
 The American Association for the Advancement of Science, Washington. (B.) Nr. —  
 The Washington Academy of Sciences, Washington. (B.) Nr. 401, 1439  
 The Philosophical Society of Washington. Nr. —  
 The Smithsonian Institution, Washington. (B.) Nr. 187—192, 397—400, 607—610, 802—803, 1124—1127, 1433—1438, 1541—1542.  
 The Biological Society, Washington. (B.) Nr. 113, 396, 536, 801, 1123, 1598.  
 The Surgeon General's Office, U. S. Army, Washington. (B.) Nr. —  
 Ohio Agricultural Experiment Station, Wooster. (B.) Nr. —

## CANADA

- The Geological Survey of Canada, Ottawa. (B.) Nr. 402—412, 1128—1131.  
 The Entomological Society of Ontario, Guelph. (B.) Nr. 114, 193, 412, 485, 611, 804, 1132—1133, 1353, 1543.  
 The Numismatic and Antiq. Society, Montreal. Nr. —  
 The University of Toronto. Nr. 1134—1137.  
 The Canadian Institute, Toronto. (B.) Nr. 1139.  
 The Royal Astronomical Society of Canada, Toronto. Nr. 486, 1138, 1354.  
 The Nova Scotia Inst. of Natural Science, Halifax. Nr. —

## MEXICO

- Secretaria de Comunicaciones y Obras publicas, México. Nr. 115.  
 Observatorio Meteorológico Central de México. Nr. 258, 614, 1143, 1355, 1441, 1600.  
 La Sociedad Mexicana de Historia natural, México. (B.) Nr. 116—117, 1142.  
 La Sociedad de Geogr. y Estadística de la Repúbl. Mèx., México. (B.) Nr. 414, 1141, 1599.

- Instituto Geológico de México. (B.) Nr. 413, 612, 1140, 1440.  
 La Sociedad científica „Antonio Alzate“, México. (B.) Nr. 613.  
 Observatorio Meteorológ. y Vulcanológ. de Colima, México. Nr. —  
 Observatorio Astronómico-meteorológico de Mazatlan, México. Nr. —  
 La Association de Ingenieros y Arquitectos, México. Nr. —  
 Observatorio Meteorológico, Mórelia. Nr. 257, 415, 615, 805, 1144, 1356,  
 1442, 1544, 1601.

#### VESTINDIEN

- Consulado de la Republica de Cuba, København. Nr. 1145.  
 Academia de Ciencias etc. de la Habana. Nr. —  
 Biblioteca Nacional, Habana. Nr. —  
 Real Colegio de Belen, Habana. Nr. —

#### MELLEMAMERIKA

- La Direccion general de Estadística, Guatemala. Nr. —  
 La Propaganda Científica, Guatemala. Nr. —

#### VENEZUELA

- Ministerio de Fomento, Caracas. Nr. —  
 Universidad Central de Venezuela, Caracas. Nr. —  
 Museo Nacional, Caracas. Nr. 118, 806.

#### PERU

- La Sociedad Geográfica de Lima. Nr. —  
 Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú, Lima. (B.) Nr. —

#### BOLIVIA

- La Ciudad de la Paz de Ayacucho. Nr. —

#### CHILE

- El Observatorio Astronómico de Santiago. Nr. 1146, 1602.  
 El Museo nacional, Santiago. Nr. —  
 Deutscher wissenschaftlicher Verein zu Santiago. Nr. —  
 La Société scientifique de Chili, Santiago. Nr. —

#### BRASILIEN

- Observatorio do Rio de Janeiro. (B.) Nr. 1153.  
 Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro. (B.) Nr. 119—120, 617, 810—811,  
 1448.

Museo nacional do Rio de Janeiro. (B.) Nr. —

Museu Goeldi, Pará. (B.) Nr. —

Sociedade scientifica, S. Paulo. Nr. 416.

#### ARGENTINA

República Argentina, Buenos Aires. Nr. —

Ministerio de Agricultura, Buenos Aires. Nr. 616, 807—808. 1147—1148.  
1357, 1443—1446, 1603.

Instituto Geogr. Argentino, Buenos Aires. (B.) Nr. 809, 1150. 1358, 1604.

El Museo Nacional de Buenos Aires. (B.) Nr. 1149, 1447.

La Academia Nacional de Ciencias, Córdoba. (B.) Nr. —

#### URUGUAY

El Museo Nacional de Montevideo. Nr. 537, 1359.

Observatorio Fisico-Climatológico, Montevideo. Nr. —

La Direccion general de Instruccion primaria, Montevideo. Nr. 487, 1151  
—1152.

La Seccion Agronomia de la Universidad de Montevideo. Nr. —

#### NEDERLANDSK INDIEN

Le Gouverneur des Indes, Batavia. Nr. —

De Kon. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië, Batavia. (B.)  
Nr. —

Het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Batavia.  
Nr. 418—419, 488, 1154—1155, 1360—1361.

Het Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia. Nr. 417, 812.

Department van Landbouw, Batavia, Java. (B.) Nr. 121—122, 194, 420,  
489, 618, 813, 1156, 1449, 1605—1606.

#### ENGELSK INDIEN

Board of Scientific Advice for India, Calcutta. Nr. 814.

The Imperial Department of Agriculture, Calcutta. Nr. 421, 538.

The R. Botanic Garden, Shibpore, Calcutta. Nr. —

The Geological Survey of India, Calcutta. (B.) Nr. 123, 490, 815—816.

The Meteorological Reporter to the Government of India, Calcutta. (B.)  
Nr. 259—260, 422, 539, 654, 817, 1607.

The Government Museum, Madras. Nr. —

The Kodaikanal and Madras Observatories, Madras. Nr. 124, 818—819.  
1450.

## PHILIPPINERNE

- Observatorio de Manila. Nr. —  
 Philippine Weather Bureau, Manila. Nr. —

## JAPAN

- The Imperial University of Tōkyō, Japan. (B.) Nr. 125, 195, 820, 1362.  
 The Seismological Society of Japan (Imp. Univ.), Tōkyō. Nr. —  
 The Kyōto Imperial University, Kyōto. Nr. 423, 821, 1363.  
 The Tohoku Imperial University, Sendai. Nr. 1451.  
 Japan. Kommissariat f. die Hygiene-Ausstellung, Dresden. Nr. 1157—1159.

## SYDAFRIKA

- His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope. Nr. 1162.  
 The South African Association for the Advancement of Science, Cape Town. (B.) Nr. 128, 198, 424, 492, 540, 823, 1163—1164, 1454, 1609—1610.  
 The South African Museum, Cape Town. (B.) Nr. 129, 493, 824, 1365.  
 The South African Central Locust Bureau, Cape Town. Nr. —  
 The Albany Museum, Grahamstown. Nr. 425.  
 The Transvaal Museum, Pretoria. Nr. 426, 1165, 1366, 1455.

## ÆGYPTEN

- Le Gouvernement Égyptien, Le Caire. Nr. 196.  
 La Société Khédiviale de Géographie, au Caire. (B.) Nr. —  
 L'Institut Égyptien, Le Caire. (B.) Nr. 127, 1160, 1452—1453.  
 La Société archéologique d'Alexandrie. (B.) Nr. —

## TUNIS

- L'Institut de Carthage, Tunis. (B.) Nr. 197, 491, 822, 1161, 1608.

## AUSTRALIEN

- Adelaide Observatory, Adelaide. Nr. —  
 The Post Office and Telegraph Dep., Adelaide. Nr.  
 The Royal Society of South Australia, Adelaide. (B.) Nr. —  
 The Queensland Museum, Brisbane. Nr. —  
 Department of Trade and Customs, Melbourne. Nr. 1611.  
 The Royal Society of Victoria, Melbourne. (B.) Nr. 825, 1456.  
 The Australian Museum, Sydney. (B.) Nr. 130, 427—428, 1367.

The Linnean Society of New South Wales, Sydney. (B.) Nr. 199, 655, 1457.

Redakt. of Kosmopolan, Sydney. Nr. —

The Education Department, Wellington. Nr. 541.

The New Zealand Institute, Wellington. (B.) Nr. 1458.

#### PERSONER

ANDERSEN, DINES, København. Nr. 1166.

BALDAQUE DA SILVA, A. A., Lisboa. Nr. 1612.

BARBETT, E., Liège. Nr. 62.

BOLIN, PEHR, Stockholm. Nr. 619.

BULIC, FR., Spalato. (B.) Nr. 315.

BÄCKLUND, A. V., Lund. Nr. 316, 1167.

CORNETZ, VICTOR, Alger. Nr. 1168.

DOLLFUS, ADR., Paris. (B.) Nr. 63, 200, 317, 429, 542, 1169, 1368.

HARET, SP. C., Bucarest. Nr. 201.

HAUGG, A., München. Nr. 318, 543—544, 1170, 1459.

HAUPT, STEPHAN, Znaim. Nr. 494.

HEIBERG, J. L., København. Nr. 620—621, 1171.

HELMERT, F. R., Potsdam. Nr. 319.

HENRIKSEN, G., Bergen. Nr. 131.

HENRIQUES, V., København. Nr. 622.

JAMES, Mrs., Cambridge, Mass. Nr. 1172.

JAMES, HENRY, Cambridge, Mass. Nr. 1370.

JANET, CH., Beauvais. Nr. 1613—1618.

JÖNSSON, FINNUR, København. Nr. 1369.

LANGHOFF, EM. H., København. Nr. 1173.

LEFFLER, G. MITTAG-, Stockholm. (B.) Nr. 320, 430, 624, 1174, 1460.

LIEBLEIN, J., Kristiania. Nr. 495.

LOUKASCHEWITSCH, J., St. Petersburg. Nr. 656.

LUNA, MARIO ROSO DE, Madrid. Nr. 1175.

MALLORY, LUCIE A., Portland. Nr. 321, 496, 623, 1176, 1619.

MESLIN, GEORGES, Montpellier. Nr. 1177—1179.

NORDSTEDT, C. F. O., Lund. (B.) Nr. 64.

ORLÉANS, le Duc d'. Nr. 1182—1187.

PALLADINO, P., Genova. Nr. 1461.

PENKA, KARL, Wien. Nr. 1188.

PETERSEN, C. G. JOHS., København, Nr. 497, 1189.

RICART, L. C., Barcelona. Nr. 1462.

- ROSENVINGE, L. KOLDERUP, København. Nr. 1463.  
SCHWOERER, ÉMILE, Colmar. Nr. 431—432.  
SEE, T. J. J., Mare Island, Cal. Nr. 1170.  
STEENSTRUP, JOHS., København. Nr. 65.  
STEENSTRUP, K. J. V., København. Nr. 625.  
TAIT, W. A., Edinburgh. Nr. 545.  
TEUBNER, B. G., Leipzig. Nr. 1620—1621.  
WEINEK, LADISLAUS, Prag. Nr. 132.  
VINOGRADOFF, PAUL, Oxford. Nr. 1191.  
ZEMPLÉNI, ÁRPÁD, Budapest. Nr. 133.

## III

## SAG- OG NAVNEFORTEGNELSE

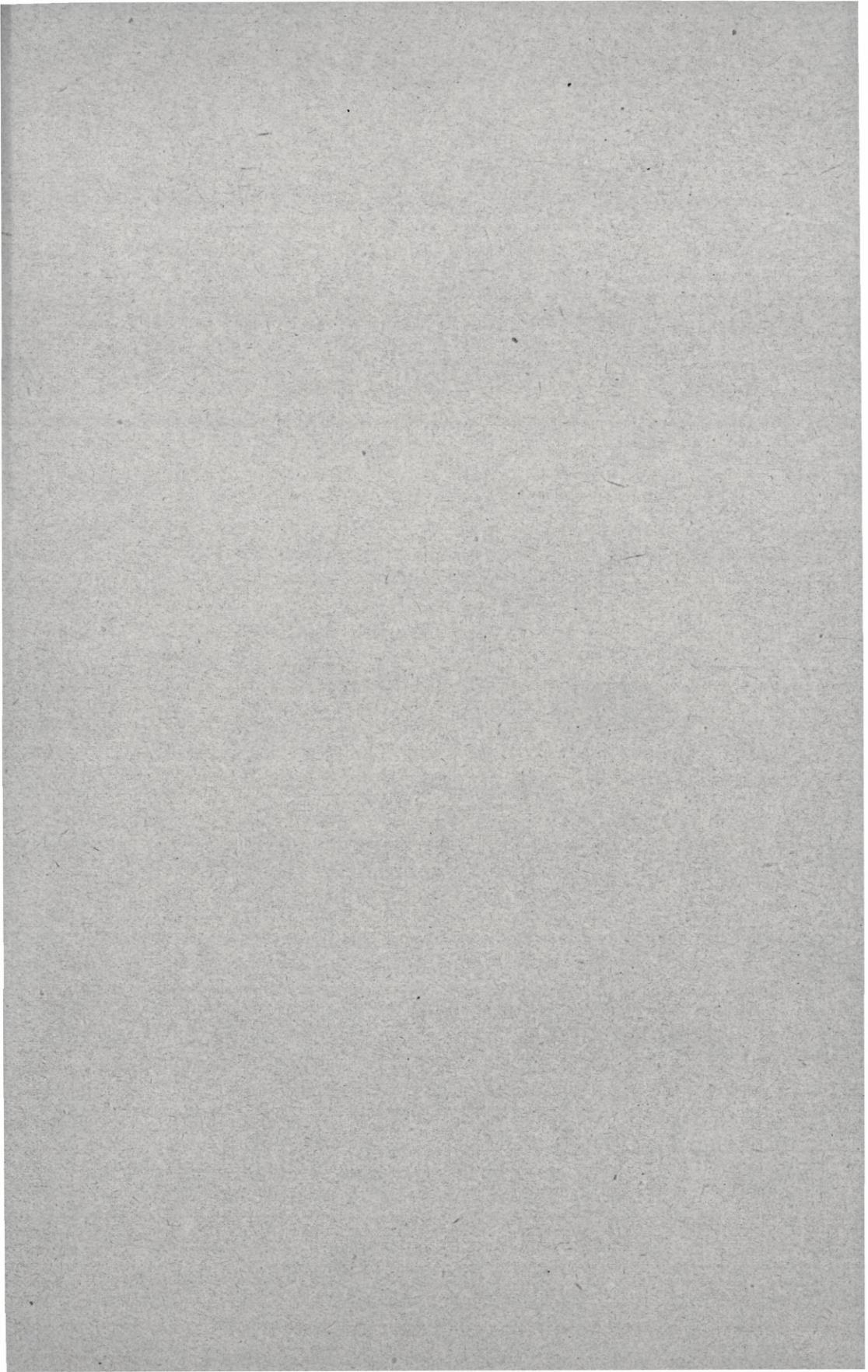
- ALKWARIZMI'S astronomiske Tavler, Besthorns og Bjørnbos Manuskript til en Udgave heraf deponeres — efter Bjørnbos Død — i det kgl. Bibliotek (78).
- ASTRONOMISK OBSERVATORIUM erholder Ret til at lade tage Særtryk af visse af Selsk. publicerede Afhdl. (78)—(79).
- BERTRAND, GABRIEL, Paris, opt. som udenl. Medl. (74), takker (76).
- BESTHORN, R., Dr. phil., se: Alkwarizmi.
- BJØRNBO, A. A., Dr. phil., se: Alkwarizmi.
- BOGLISTEN (Liste over de til Selsk. indsendte og i dets Møder fremlagte Skrifter) skal ikke længere optages i Overs. (88).
- BOHR, CHR., død (16), Præsidentens Mindeord (16)—(18), se ogsaa: Henriques, Valdemar.
- BOHR, HARALD, Afhdl. „Sur l'existence des valeurs arbitrairement petites de la fonction  $\zeta(s) = \zeta(\sigma + it)$  de Riemann pour  $\sigma > 1$ “ opt. i Overs. (75), trykt 201—208.
- BORGESNES BYGNING I DANMARKS MIDDELALDEK, Prisopg. herom stilles (21)—(22), fransk Overs. I.
- BRESLAU, Universitetet indbyder til sin 100-Aarsfest (77), C. J. Salomonsen repræs. Selsk. (79), Selsk. skænker Univ. et Portræt af Henrik Steffens (79).
- BUDGET for 1912 forelægges (84), trykt (85)—(87).
- BUHL, FR., Medd. om Salomos Oder (33).
- BYTTEFORBINDELSER, nye knyttes (15), (33), (79), ophører (83).
- CALCIUMCYANAMID, Besv. af Prisopg. herom bedømmes (30)—(32), fransk Overs. VII—VIII, den belønnes med 400 Kr. (32), Forf. er Dr. F. Löhnis, Leipzig (33).
- CARLSBERGFONDET, Direktionen afg. Beretning (38)—(73), § XL i Femte Tillæg til Statuter bortfalder (73), tilsender Selsk. Medlemmer „Festskrift i Anledning af 100-Aarsdagen for J. C. Jacobsens Fødsel“ (80).
- CARLSBERGLABORATORIET, „Meddelelser“ IX. 2 tilsendes Selsk. (74), ligeledes X. 1 (80), til Tilforordnede genvælges C. Jacobsen og Koefoed (73).
- CHRISTENSEN, A., bedømmer Prisafhdl. (30)—(32).
- CHRISTENSEN, O. T., Medd. om fosforescerende Zinksulfid (16), trykt 139—200, bedømmer Prisafhdl. (30)—(32).

- CHRISTIANSEN, C., forelægger Afhdl. „Eksperimentalundersøgelser over Gnidningselektricitetens Oprindelse. III. (37), trykt 209—244.
- CHRISTIANSEN, M., Dyrklæge, Afhdl. „Mutationsagtige Ændringer i Gærings-  
evnen hos Paracoli- og Kødforgiftningsbakterier“ opt. i Overs. (81).
- CLASSENSKE LEGAT, Prisopg. udsættes (24)—(25), fransk Overs. III—IV.  
Besvar. bedømmes (30)—(32), fransk Overs. VII—VIII.
- DREYER, J. L., bedømmer Prisafhdl. (28)—(30).
- FISCHER-PETERSEN, J., se: Strömngren, E.
- FREDERIK VIII giver Møde i Selsk. (15), (37), (38).
- GESECKE, K. L., Selsk. udenl. Medl., biografisk Medd. om ham (15).
- GOLDZIEHER, IGNACZ, Budapest, opt. som udenl. Medl. (73), takker (75).
- GRAM, J. P., genvælges til Kassekommissionens Formand (90). Se ogsaa:  
Verner, Karl.
- HALLER, ALBIN, Paris, opt. som udenl. Medl. (74), takker (76).
- HEIBERG, J. L., Medd. om en Indskrift paa Zeustemplet i Olympia (77).  
Se ogsaa: International Association af Akademier. Se ligeledes:  
Redaktør. Selsk.
- HEMPEL, JENNY, Afhdl. „Researches into the Effect of Etherization on  
Plant Metabolism“ opt. i Skr. (18), udk. (76).
- HENRIQUES, VALDEMAR, forelægger Mindeskraft om Bohr og giver Medd.  
om hans videnskabelige Gerning (74), trykt 395—405.
- HISTORISK-FILOSOFISK KLASSE, Wimmer genvælges til Formand (75).
- HJELMSLEV, JOHANNES, Prof., Afhdl. „Om Regning med lineære Transforma-  
tioner“ opt. i Skr. (18), udk. (79), Afhdl. „Contribution à la géo-  
métrie infinitésimale de la courbe réelle“ opt. i Overs. (33),  
trykt 433—494.
- HOFF, J. H. VAN'T, Selsk. udenl. Medl., død (33).
- HOLM, E., Medd. om Udviklingen af Frederik VI's Kabinetsregering (18), (27).
- HOOKER, JOSEPH DALTON, Selsk. Medl., død (84).
- INTERNATIONAL ASSOCIATION AF AKADEMIER, Beretning om dens General-  
forsamling 1910 forelægges af J. L. Heiberg (75), Præsidiat over-  
tages af Akademiet i St. Petersborg (79), til Medl. af det staa-  
ende Udvalg genvælges H. G. Zeuthen og J. L. Heiberg (79).
- JACOBSEN, C., Direktør, Dr. phil., lykønskes af Selsk. Præsident i Anl. af  
100-Aarsdagen for hans Faders Fødsel (80). Se ogsaa: Carlsberg-  
laboratoriet.
- JACOBSEN, J. C., 100-Aarsdagen for hans Fødsel mindes af Selsk. og Carls-  
bergfondets Direktion (80).
- JACOBSEN, LAURA, Enke efter J. C. J., død (78), Mindeord af Præsidenten (78).
- JENSEN, J. L. W. V., Medd. om Ligningernes Teori (76).
- JENSEN, P. BOYSEN, Dr. phil., Afhdl. „La transmission de l'irritation photo-  
tropicque dans l'Avena“ trykt 1—24.
- JESPERSEN, OTTO, repræs. Selsk. ved Universitetsfesten i St. Andrews (79).  
Medd. om „Ental og Flertal (Grammatik og Logik)“ (83).
- JOHANNSEN, W. L., se: Kasserer, Selsk.
- JÓNSSON, FINNUR, Medd. om islandske Gaardnavne (27), trykt 245—262.  
Medd. om Atlakviða (88).

- JUEL, C., Afhdl. „Om simple cykliske Kurver“ udk. i Skr. (38), Medd. om „Rette Linier paa en ikke-analytisk Flade af 3. Orden“ (15).
- JUNGERSEN, H., Afhdl. „Ichthyotomical Contributions II.“ udk. i Skr. (37), Medd. om en Snyltekrebs med en epizoisk Goplepolyp (88).
- JÖNSSON, BENGT, Selsk. udenl. Medl., død (33).
- JØRGENSEN, S. M., leder som Vicepræsident Mødet (16), (84), genvælges til Formand for den naturv.-math. Klasse (75).
- KASSEKOMMISSIONEN, Formand genvælges (90), forelægger Regnskab (33), trykt (34)—(36), forelægger Budget (84), trykt (85)—(87).
- KASSERER, Selsk., i Johannsens Fraværelse varetages Forretningerne af Rosenvinge (78). Træffetid forandret til Torsdag Kl. 3—4 (78).
- KLASSEFORMÆND genvælges (75).
- KNUDSEN, MARTIN, vælges til Revisor (15), Medd. om Luftarters Varmeledning og Akkommodationskoefficient (16), trykt 139—200, Medd. om Brintens Molekularstrømning gennem Rør og Varmetraadsmanometret (78), trykt 495—502, Medd. om undersøiske Tidevandsbølger (78).
- KOEFOED, Bryggeridirektør. se: Carlsberglaboratoriet.
- KOMETERS MASSE, Prisa fhdl. herom bedømmes (28)—(30), fransk Overs. V—VII.
- KRISTIANIA, Universitetet indbyder til sin 100-Aarsfest (32), Selsk. repræs. af sin Præsident (79).
- KØHL, TORVALD, Afhdl. „Stjernesked over Danmark og nærmeste Omlande i 1910“ opt. i Overs. (76), trykt 263—267.
- LEVINSEN, G. M. R., Medd. om den uddøde Bryozo Afdeling Eleidæ (77).
- LINDELÖF, Prof., Helsingborg, se: Verner, Karl.
- LÖHNIS, F., se: Calciumcyanamid.
- MEDLEMMER i Beg. af 1911 (3)—(14). Tilgang af Medl. (73)—(74), Afgang (16), (33), (37), (84).
- MEISLING, A. A., Dr. med., Notits om „Undersøgelser af Kolloidernes Lysfølsomhed under forskellige Forsøgsbetingelser“ opt. i Overs. (81), trykt (81)—(82).
- MØLLGAARD, HOLGER, Cand. med., Afhdl. „Studier over det respiratoriske Nervesystem hos Hvirveldyrene“ udk. i Skr. (15).
- NATURVIDENSKABELIG-MATHEMATISK KLASSE forelægger Bedømmelse af Prisa fhdl. (28)—(32), S. M. Jørgensen genvælges til Formand (75).
- NERNST, WALTER, Berlin, opt. som udenl. Medl. (74), takker (76).
- NIELSEN, AXEL, Afhdl. „Den tyske Kameralvidenskabs Opstaaen“ opt. i Skr. (18). Betænkning trykt (18)—(21), udk. (79).
- NYROP, KR., Medd. om Betydningsovergange i Fransk (80), trykt (Études sur quelques métonymies) 407—432.
- NØRLUND, N. E., Dr. phil., Afhdl. „Ueber lineare Differenzgleichungen“ opt. i Skr. (77), udk. (80), Afhdl. „Stjernerens Egenbevægelse“ opt. i Skr. (80).
- OKSENS TARMFLORA, Priso pg. for Class. Legat stilles (24)—(25), fransk Overs. III—IV.
- ÓLSEN, BJØRN MAGNUSSEN, Afhdl. „Om Gunnlaugs Saga Ormstungu“ udk. i Skr. (16).

- OSTENFELD, C. H., Dr. phil., Afhdl. „Danske Farvandes Plankton III. 1.“ opt. i Skr. (84).
- OVERSIGT over Selsk. Forhandlinger udg. (27), (77), (79), (88), Boglisten (Tilæg I) skal ikke længere optrykkes heri (88).
- PARIS, Société française de Physique indg. Bytteforb. m. Selsk. (15).
- PECHÛLE, C. F., bedømmer Prisafhdl. (28)—(30), Medd. om Beregning af fotografisk iagttagne Meteorers Baner (84).
- PETERSEN, JULIUS, Prof. Dr., Afhdl. „Elektrolyse af organiske Syrers Alkalisalte. V.“ opt. i Overs. (83).
- PIPPING, Prof., Helsingborg, se: Verner, Karl.
- PRISOPGAVER udsættes (21)—(25), fransk Overs. heraf I—IV., Besvarelser indk. (83), Bedømmelse af indk. Besvar. (28)—(32), fransk Overs. heraf V—VIII.
- PROTEINSTOFFERNES SPALTNINGSPRODUKTER, Prisopg. herom stilles (23)—(24) fransk Overs. II—III.
- PRÆSIDENT, Selsk., fraværende (16), (84), taler Mindeord over Bohr (16)—(18), over Ussing (77), over Fru Laura Jacobsen (78), bemyndiger Rosenvinge til at varetage Kasseforretningerne (78), repræs. Selsk. ved Kristiania Universitets 100-Aarsfest (79), lykønsker C. Jacobsen i Anl. af 100-Aarsdagen for J. C. Jacobsens Fødsel (80).
- REDAKTØR, Selsk., fungerer for Sekretæren (80). Se ogsaa Heiberg, J. L.
- REGISTRERING af litterære Kilder til dansk Historie i Udlandet, Komm. afg. Beretn. (25)—(27).
- REGNSKABSOVERSIGT forelægges (33), trykt (34)—(36).
- REVISORER, Selsk., Knudsen vælges (15).
- ROSEBUSCH, H., Heidelberg, opt. som udenl. Medl. (74), takker (75).
- ROSENVIINGE, L. KOLDERUP, forelægger „Biologiske Arbejder, tilegnede Eug. Warming“ (83). Se ogsaa Kasserer, Selsk.
- ROUEN, ved Normandiets 1000-Aarsfest repræs. Selsk. af Johs. Steenstrup (79).
- RUBIN, MARCUS, afg. Betænk. over Axel Nielsens Afhdl. (18)—(21).
- RØMERS ADVERSARIAS INDHOLD AF ASTRONOMISKE BIDRAG, Prisopg. herom stilles (22)—(23), fransk Overs. II.
- SALOMONSEN, C. J., se Breslau.
- ST. ANDREWS, ved Universitetsfesten repræs. Selsk. af O. Jespersen (79).
- ST. PETERSBORG, Akademiet overtager Præsidiet i den internationale Association af Akademier (79). — La Société Imp. des Naturalistes indg. Bytteforb. med Selsk. (79).
- SEKRETÆR, Selsk., er fraværende (80). Se ogsaa: Zeuthen, H. G.
- SKOVGAARD, NIELS, Afhdl. „Le groupe d'Apollon sur le fronton occidental du temple de Zeus à Olympie“ trykt 59—97.
- SKRIFTER, Selsk., udkommer (15), (16), (37), (38), (76), (79)—(80).
- STEENSTRUP, JOHANNES, Medd. „Quelques recherches sur la rivière de Kongeaa“ trykt 25—39, afg. Betænk. over Axel Nielsens Afhdl. (18)—(21), repræs. Selsk. ved Normandiets 1000-Aarsfest i Rouen (79).
- STEENSTRUP, K. J. V., Medd. om K. L. Giesecke (15), Medd. om Jernspaten i Kryolithen ved Ivigtut (37).
- STEFFENS, HENRIK, se under Breslau.

- STRASSBURG, Die wissenschaftliche Gesellschaft ind. Bytteforb. m. Selsk. (33).
- STRÖMGREN, E., og J. FISCHER-PETERSEN, Afhdl. „Sur le mouvement de la Planète (624) Hector (= 1907 XM) du groupe Jupitérien“ opt. i Overs. (78), trykt 503—517.
- SÆRTRYK af Afhdl. i Selsk. Skr. og Overs., Forfatterne kan faa indtil 100 (75). Se ogsaa: Astronomisk Observatorium.
- SØRENSEN, WILL., Afhdl. „Sur la structure du fruit de nos Géraniacées“ trykt 99—137, Medd. om nogle Punkter af Solifugernes Bygning (84).
- THOMSEN, TH. SV., Afhdl. „Om nogle Doppeltsalte af Antimonpentaklorid med nogle Alkaloiders Klorhydrater“ trykt 41—55.
- THOMSEN, VILH., Medd. om M. A. Steins Ekspedition til kinesisk Turkestan og hans Haandskriftsfund (74)—(75). Se ogsaa: Verner, Karl. Se ligeledes: Præsident, Selsk.
- TOURS, La Société archéologique de Touraine indg. Bytteforb. m. Selsk. (79).
- TREUB, M., Selsk. udenl. Medl., død (37).
- USSING, N. V., Medd. om Granitens Indtrængen i Jordskorpen (38), død (77), Mindeord af Præsidenten (77).
- VAHL, MARTIN, Afhdl. „Les types biologiques dans quelques formations végétales de la Scandinavie“ opt. i Overs. (37), trykt 319—393, Afhdl. „Zones et biochores géographiques“ opt. i Overs. (74), trykt 269—317.
- VALG af Embedsmænd (15), (75), (90).
- WARMING, EUG., Medd. om „Hippuris's systematiske Stilling“ (76). Se ogsaa: Rosenvinge.
- WASHINGTON, Department of Agriculture sender ikke længer sine Publikationer til Selsk. (83).
- VERNER, KARL, Selsk. afdøde Medl., to Breve fra ham, som Pipping har stillet til Selsk. Raadighed, og paa hvilke Lindelöf har henledt Opmærksomheden, opt. i Overs. efter Forslag af Vilh. Thomsen og J. P. Gram (81).
- VICEPRÆSIDENT, se Jørgensen, S. M.
- WIMMER, L. F. A., genvælges til Formand for den hist.-fil. Klasse (75).
- WINTHER, CHR., Dr. phil., Afhdl. „En elektrisk Lys-Akkumulator“ opt. i Overs. (81), trykt 519—541.
- ZEUTHEN, H. G., genvælges til Medl. af det staaende Udvalg for den internat. Association af Akademier (79). Se ogsaa: Sekretær, Selsk.



# SKRIFTER

UDGIVNE AF

DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB

1911:

	Pris Kr. Ø.
ÓLSEN, BJØRN MAGNÚSSON. Om Gunnlaugs Saga Ormstungu. En kritisk Undersøgelse. (7. Række, hist.-fil. Afd. II. 1) 1.	70.
NIELSEN, AXEL. Den tyske Kameralvidenskabs Opstaaen i det 17. Aarhundrede. Avec un résumé en français. (7. Række, hist.-fil. Afd. II. 2.) . . . . .	3. 35.
HEMPEL, JENNY. Researches into the Effect of Etherization on Plant-Metabolism. (7. Række, naturv.-math. Afd. VI. 6.) 2.	10.
HJELMSLEV, J. Om Regning med lineære Transformationer. (7. Række, naturv.-math. Afd. VI. 7.) . . . . .	0. 90.
NØRLUND, N. E. Ueber lineare Differenzgleichungen. (7. Række, naturv.-math. Afd. VI. 8.) . . . . .	0. 65.
JUNGERSEN, HECTOR F. E. Ichthyotomical Contributions. II. The Structure of the Aulostomidæ, Syngnathidæ and Solenostomidæ. With 7 Plates. (7. Række, naturv.-math. Afd. VIII. 5.) . . . . .	6. 00.
JUEL, C. Om simple cykliske Kurver (7. Række, naturv.-math. Afd. VIII. 6.) . . . . .	0. 65.

---

Oversigt over det Kgl. danske Videnskabernes Selskabs For-  
handling. (Bulletin de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres  
de Danemark). 1911. Nr. 1. 90 Øre. Nr. 2. 2 Kr. 85 Øre. Nr. 3.  
70 Øre. Nr. 4. 1 Kr. 20 Øre. Nr. 5. 2 Kr. 75 Øre. Nr. 6. 75 Øre.

---