

## SUR LES CONCOMITANTS PHYSIOLOGIQUES DES ÉTATS PSYCHIQUES

PAR

ALFR. LEHMANN

Nous lisons dans Plutarque qu'il suffit autrefois au médecin Erasistrate, originaire de l'île de Cos, de tâter le pouls au jeune Antiochus pour découvrir la cause de la maladie du roi : à savoir son amour pour Stratonice, sa belle-mère. Le fait raconté par Plutarque nous montre assez que les anciens n'étaient pas sans savoir que les diverses émotions peuvent provoquer des modifications considérables dans les fonctions végétatives. Mais il nous faut descendre à une époque beaucoup plus récente pour trouver des auteurs qui aient attribué aux phénomènes en question une importance scientifique, psychologique. Spinoza n'en dit mot au livre III de son *Éthique* où il traite longuement des affections ; il passe également sous silence les mouvements caractéristiques, mimiques ou pantomimiques, qui les accompagnent ordinairement, et il dit même d'une manière formelle, en parlant de tous ces phénomènes, qu'on doit les rapporter au corps et non pas à tel ou tel état d'âme et que pour cette raison il les laissera tout à fait de côté. Cette conception qui n'admet pas la possibilité d'une influence exercée par les divers états physiologiques qui caractérisent les émotions, sur l'état psychique concomitant, se retrouve chez tous les auteurs postérieurs même chez les anatomistes et les physiologistes qui ont fait des modifications du corps l'objet d'études particulières ; Darwin lui-même n'a pas

su s'affranchir de la commune erreur. Dans l'ouvrage justement célèbre qu'il publia en 1872 sous le titre de „Expression of Emotions“ c'est le mouvement psychique qui est considéré comme l'élément primaire de l'émotion tandis que les modifications physiologiques n'en seraient que l'effet, effet nécessaire à la vérité, conditionné par la structure générale de l'organisme humain, mais n'exerçant pas à son tour une influence notable sur l'état psychique.

Aussi voyons-nous que les modifications physiologiques qui intéressent en première ligne Darwin aussi bien que ses prédécesseurs, sont celles qui ont quelque importance pratique en tant que caractères diagnostiques; les modifications qui se produisent dans les fonctions végétatives n'ont pas été spécialement étudiées par Darwin ni par aucun des naturalistes qui le précédèrent.

Une nouvelle théorie des émotions a été émise par W. James et C. Lange. Ces deux savants ont formulé en 1884 et en 1885, indépendamment l'un de l'autre, une hypothèse d'après laquelle l'émotion, c'est-à-dire l'état psychique qui l'accompagne, serait déterminée par les modifications subies par le corps; il en résulterait entre les phénomènes physiologiques et mentaux un rapport exactement contraire à celui qu'on leur avait supposé jusqu'alors. — „Otez, dit Lange, otez à un homme frappé d'effroi, les symptômes physiques de son état, supposez-lui un pouls normal, le regard vif, le teint frais, des mouvements rapides et déterminés, une voix éclatante, le penser net: il ne lui restera rien de sa frayeur“. Et sans doute l'observation est juste: dans toutes les sensations de chaleur, de vigueur et d'élasticité, ou au contraire de froid, de fatigue et de détente, qui caractérisent les diverses émotions, ce sont certainement les changements accomplis dans notre corps que nous percevons; le rôle joué par les sensations organiques dans les états psychiques est aujourd'hui presque universellement reconnu. Mais je crois que Lange est allé

trop loin en affirmant que l'élément émotif des sensations, leur caractère plus ou moins accentué de plaisir ou de douleur, se réduit lui aussi à n'être qu'une résultante de sensations organiques. Abstraction faite de plusieurs autres difficultés que présente cette conception, la simultanéité qui a été constatée entre l'élément émotif et la sensation proprement dite rend inacceptable cette partie de la théorie de C. Lange, laquelle suppose un intervalle de durée mesurable entre ces deux phénomènes. Aussi M. James l'a-t-il abandonnée plus tard tandis que d'autres auteurs y adhèrent encore.

Lange fait remonter à une seule cause primaire tous les éléments somatiques qui constituent une émotion; il n'y voit que les effets d'altérations vasomotrices, des modifications réflexes de la circulation. Il est clair qu'à ce point de vue les modifications qu'il s'agit en première ligne de déterminer sont moins celles qui se manifestent à l'extérieur que les autres, d'ordre organique, qui agissent à l'intérieur de l'individu. Dans le but d'acquérir sur ces modifications organiques des notions plus étendues que celles obtenues par l'observation clinique, j'entrepris en automne 1890 des expériences où j'enregistrais simultanément la respiration et les changements de volume du bras pendant une série d'émotions artificiellement provoquées et états simples de plaisir et de douleur. Les résultats obtenus par les expériences en question ont été exposés en détail dans un ouvrage publié en 1892 sous le titre de „Hovedlovene for det menneskelige Følelsesliv“ (Lois fondamentales de la vie émotive de l'homme); on peut les résumer ainsi: les excitations agréables déterminent une augmentation du volume du bras et de l'amplitude du pouls tandis que celles qui ont un caractère douloureux produisent l'effet inverse.

Mes expériences étant les premières de leur espèce entreprises dans un but purement psychologique, les appareils ainsi que la technique expérimentale étaient nécessairement

très imparfaits. D'ailleurs les essais auxquels on se livra aussitôt après pour les contrôler furent encore moins heureux quant aux instruments employés et quant à la méthode suivie; aussi ceux qui les avaient effectués, contestèrent-ils la justesse de mes résultats. Ce fut pour moi l'occasion de nouvelles recherches, d'autant plus qu'entre temps les problèmes s'étaient compliqués: M. Binet croyait avoir constaté de considérables variations individuelles dans les modifications circulatoires qui accompagnent les divers états psychiques; il fallait donc effectuer les expériences sur un nombre plus grand d'individus afin d'établir, si possible, des types distincts ou de trouver les causes des différences individuelles. De plus on m'avait adressé une question d'ordre pratique, psychiatrique, mais dont la solution serait du plus haut intérêt théorique, c'était à savoir si les modifications circulatoires qui accompagnent normalement la douleur physique se produisent également dans les cas d'analgésie. Cette question représentait évidemment un cas spécial du problème plus étendu qu'on pourrait formuler ainsi: faut-il voir dans les modifications organiques, qui accompagnent normalement les divers états conscients, des réflexes passant par les centres supérieurs et déterminant toujours des processus psycho-physiologiques, ou bien les réflexes qui les constituent n'intéressent-ils que les centres inférieurs de sorte que l'état conscient est sans importance pour leur réalisation? Cette dernière question était d'une très grande portée théorique, et je n'avais que l'embarras du choix parmi les problèmes à résoudre.

Tout d'abord il fallait remédier aux plus graves inconvénients des appareils jusqu'alors employés, surtout à ceux qui rendent peu pratique le pléthysmographe de Mosso. Si le bras n'est retenu dans cet appareil que par une manche de caoutchouc, il est facilement délogé dans le tuyau par la pression plus ou moins forte de l'eau, et par suite on aura de la difficulté à constater les changements de volume. Ajoutez

à cela qu'il est difficile d'obtenir une fermeture complète, imperméable, entre le bras et la partie collante de la manche. C'est pourquoi je me suis servi dans mes expériences non pas d'une manche mais d'un sac en caoutchouc très mince. Ce sac avait les mêmes dimensions que le tube; entre son bord supérieur et celui du tube il y avait un raccord cimenté. Supposons maintenant que la personne en expérience passe son bras dans le sac et que l'espace compris entre le sac et le tube se trouve rempli d'eau. La pression de l'eau fera alors du sac un moule exact du bras, et l'eau ne pourra pas s'échapper. Dans les expériences qui nous occupent, le bras était retenu à sa place dans le tube à l'aide d'une planche qui portait en même temps le tube et un appui rembourré pour le coude. L'appareil que je viens de décrire est actuellement employé dans plusieurs laboratoires de psychologie; on l'a également utilisé dans des expériences psychiatriques. Il m'a servi pour la première fois dans une série d'essais (2000 environ) effectués en 1895—1896 sur une dizaine de personnes des deux sexes, et exposés en détail dans mon ouvrage sur les Concomitants physiologiques des états psychiques<sup>1</sup>; je me permettrai d'en résumer ici les conclusions.

En premier lieu les résultats obtenus par mes expériences antérieures sur les états émotifs se sont trouvés vérifiés: Toute sensation décidément agréable est accompagnée d'une augmentation du volume du bras et d'une pulsation plus ample, le plus souvent aussi d'un ralentissement du pouls; cependant ce dernier phénomène n'est pas tout à fait constant. Les excitations franchement désagréables déterminent de leur côté une diminution du volume du bras aussi bien que de l'amplitude du pouls et, ordinairement, une accélération du cœur. J'ai remarqué en outre qu'il n'y a pas que l'élément émotif qui détermine des réactions physiologiques:

<sup>1</sup> De sjælelige Tilstandes legemlige Ytringer (København, 1898). — Die körperlichen Äusserungen psychischer Zustände. I Teil, Leipzig, 1899.

toute sensation, agréable ou pénible, qui n'entraîne pas un effort particulier d'attention, est accompagné d'une diminution passagère de volume et d'un ralentissement du pouls. Par contre, tout travail intellectuel, qui excite fortement l'attention sans être accompagné d'un élément émotif marqué, provoquera à côté d'une diminution passagère mais considérable de volume une accélération du pouls, qui durera aussi longtemps que l'effort psychique. A part quelques détails de peu d'importance, ces résultats ont tous été vérifiés dans la suite par tous les savants qui ont procédé à ce genre de recherches avec des appareils quelque peu exacts. Nous pouvons désormais les regarder comme des faits acquis pour la science. Quant aux différences individuelles, il résulte des expériences en question qu'elles n'existent pas. En effet je crois avoir prouvé que dans toute personne qui se sait en expérience il se réalise facilement un état d'âme particulier, une attente nerveuse, et que dans cet état surexcité, les réactions sont toutes anormales. Avec l'intensité de l'attente varient les réactions d'autres états simultanés, et ces variations concomitantes nous expliquent les différences de modifications physiologiques qui avaient été attribuées par M. Binet à des dispositions individuelles différentes. La preuve que l'explication de M. Binet est erronée, c'est que dans les cas où un traitement convenable a fait disparaître l'attente anxieuse de la personne en expérience on obtient des réactions absolument normales. Et ensuite il suffit le plus souvent de dire à la personne traitée: „Attention, nous allons faire une petite expérience“ pour la replonger dans son anxiété première, caractérisée par une diminution considérable et prolongée du volume du bras et une amplitude très réduite du pouls. Toutes ces observations sur l'attente nerveuse des personnes en expérience et l'influence exercée par cet état de suspension sur les réactions d'autres états psychiques ont été vérifiées par plusieurs autres expérimentateurs; c'est encore un phénomène

dont l'existence peut être considérée comme définitivement établie.

En dernier lieu mes recherches ont porté sur la question de savoir si telle excitation détermine toujours telles réactions normales, même si l'attention de l'individu en expérience est occupée ailleurs ou si la personne considérée est absorbée par une narcose due au protoxyde d'azote ou hypnotisée. Il résulte des expériences effectuées que dans les deux premiers des cas cités les réactions font défaut toutes les fois que la sensation n'a pas été perçue. Les expériences sur des hypnotisés n'ont fait que confirmer les résultats déjà obtenus avec les premières catégories de personnes: il a été constaté que ce n'est pas l'excitation mais l'état psychique concomitant qui détermine le caractère de la réaction provoquée. Faites mâcher par exemple une pilule de quinine à une personne hypnotisée en lui suggérant que c'est une tablette de chocolat; vous obtiendrez alors des courbes représentant une réaction de plaisir aussi prononcée que le sera de son côté la réaction de déplaisir provoquée dans la même personne par une tablette de chocolat qu'on lui aura donnée à manger en lui suggérant que c'est de la quinine. Le résultat général de ces essais très variés peut se formuler ainsi: les modifications organiques qui accompagnent normalement certains états psychiques sont des réflexes des centres supérieurs, déterminant toujours des processus psycho-physiologiques et ayant tous ceci de commun que c'est le processus central, et non la qualité ni l'intensité de l'excitation, qui détermine la nature du réflexe. Plus tard M. Berger a démontré que les choses se passent d'une manière analogue pendant le sommeil profond; dans cet état les impressions venant du dehors ne produisent aucune modification dans la circulation du sang à moins qu'elles ne soient assez fortes pour déterminer un réveil partiel.

Nous pouvons donc regarder comme prouvé que tout pro-

cessus psycho-physiologique est accompagné normalement de certaines modifications de la pulsation et du tonus des vaisseaux sanguins. Quant à l'utilité de ces modifications, il convient d'avouer que nous l'ignorons encore. Mais dans ce fait même que les réflexes dont il s'agit ici dépendent exclusivement du processus central il est permis de voir un argument en faveur de l'hypothèse qui regarde les modifications de circulation comme utiles à la régulation du sang affluant au cerveau; elles serviraient dans cette hypothèse à régler les échanges organiques d'après le travail accompli par l'organe central. Pour obtenir la vérification de cette hypothèse il faut d'un côté que nous soyons à même de mesurer le travail accompli par l'organe central dans des circonstances données, et d'autre part que nous puissions déterminer les modifications provoquées par ce travail dans l'afflux du sang vers l'organe en fonction. Personne n'ayant jusqu'ici entrepris de nous renseigner sur ces deux problèmes j'ai dû m'occuper d'abord de leur solution; on trouvera dans les deux parties suivantes de mon ouvrage un compte-rendu de mes recherches à ce sujet.

La 2<sup>e</sup> partie du livre<sup>1</sup> traite la question d'une mesure des processus psycho-physiologiques. Tant qu'il s'agit de sensations simples, la chose est relativement peu compliquée. Dans ce cas, les processus provoqués dans quelque centre par des excitations d'une qualité donnée et d'étendue égale dans le temps et dans l'espace, peuvent toujours se mesurer sur l'intensité de l'excitation. La loi de Fechner qui fait de l'intensité de la réaction une fonction de celle de l'excitation, est l'énoncé de ce fait. A vrai dire la loi de Fechner n'a pas été vérifiée jusqu'ici, même approximativement, dans les divers domaines sensoriels. La cause en est que dans les essais entrepris pour prouver la validité de cette loi, on n'a

<sup>1</sup> Die körperlichen Äusserungen psychischer Zustände. II Teil. Leipzig 1901.

pas su faire la part des perturbations dues à l'action simultanée de plusieurs excitations qu'on était forcé de faire agir sur l'organe en même temps que l'excitation à déterminer. On aurait dû compter avec des phénomènes tels que les effets de contrastes, simultanés ou successifs, les erreurs dues à la succession des excitations, etc.; et si nous entreprenons de nouveaux essais où nous avons soin d'attribuer à ces facteurs toute l'importance qu'ils ont, nous voyons nos mesures s'accorder à merveille avec la théorie. Il est vrai que les activités que nous arrivons à mesurer ainsi ne forment qu'un groupe isolé parmi les phénomènes psychiques; du moment qu'il s'agit de mesurer les activités mentales proprement dites: le penser, la formation d'associations, etc., l'excitation venant du dehors devient négligeable; elle peut même faire totalement défaut; on est donc obligé de trouver d'autres phénomènes susceptibles de donner la mesure de cette activité. Je me suis basé, dans mes recherches, sur une observation, faite par M. Loeb en 1886, et confirmée, en 1887, par M. Féré, suivant laquelle tout travail intellectuel aurait une influence inhibitrice sur un travail musculaire exécuté simultanément. J'ai fait de cette observation l'objet d'une longue série d'expériences systématiques effectuées sur diverses personnes. Le travail musculaire que je faisais exécuter aux personnes en expérience se mesurait sur un ergographe à ressort qui avait été construit en vue de ces expériences et qui possédait sur l'ergographe à poids de Mosso cet avantage de pouvoir donner des ergogrammes indéfinis lorsque la traction était exercée par intervalles convenables; la quantité de travail exécuté a été enregistrée automatiquement. Le travail psychique consistait dans des problèmes de calcul mental, des additions ou des multiplications, c'est-à-dire des exercices dont on pouvait fournir un nombre presque infini qui fussent tous également difficiles. Pendant l'exécution de chaque ergogramme, par conséquent à des stades très différents de fatigue musculaire,

deux ou plusieurs de ces calculs ont été effectués, et le résultat obtenu par la mesure des courbes peut s'exprimer ainsi:

La diminution relative d'un travail musculaire exécuté en même temps qu'un travail mental d'une difficulté donnée, est constante; la fatigue musculaire éprouvée est sans importance.

La loi que je viens de formuler n'a rien qui doive nous étonner. L'influence inhibitrice qu'exerce le travail mental sur le travail musculaire est due sans doute à ce fait que tout travail volontaire des muscles implique une innervation émanée des centres moteurs; la loi que nous avons trouvée par voie empirique est donc l'énoncé de l'influence réciproque des processus s'opérant dans les centres supérieurs; elle montre que les principes universellement reconnus dans le domaine de la mécanique s'appliquent également au travail mental. Quant à l'action mutuelle des processus produits dans les centres supérieurs il faut, pour la comprendre, savoir ce qui se passe dans les nerfs en activité. J'ai tâché de répondre à cette question par une hypothèse que j'ai exposée en détail dans un travail précédent<sup>1</sup>; elle s'est montrée susceptible d'expliquer, au moins schématiquement, la dynamique du cerveau. Dans cette hypothèse, toute excitation reçue par une extrémité de nerf périphérique détermine une dissociation de la substance biogène; il s'établit une différence de concentration, en d'autres termes une force électromotrice grâce à laquelle le processus de dissociation ira se propageant dans le nerf conducteur jusqu'à ce qu'il arrive à l'organe central où se produira également une chute de potentiel provoquant un afflux d'énergie vers le centre en activité. D'après la seconde loi de l'énergétique, la quantité d'énergie transformée,  $\frac{1}{p}$ , dépendra de la diminution proportionnelle des différences de potentiel de sorte que nous aurons:

<sup>1</sup> *Sur la nature de l'activité des nerfs*; Bulletin de l'Académie des Sciences et des Lettres de Danemark, 1903.

$$\frac{1}{p} = \frac{U-u}{U}$$

en représentant par  $U$  le potentiel primitif, et par  $u$  celui qui est déterminé par le processus. Supposons maintenant que dans le domaine où se produit un afflux d'énergie vers le centre déjà mis en activité il vienne à naître un autre mouvement,  $B$ , également transformateur d'énergie chimique; il est clair que dans ce cas le processus  $B$  aura une influence inhibitrice sur le processus  $A$ . Si nous faisons la quantité d'énergie engagée par  $B$  égale à  $\frac{1}{Q}$ , nous obtenons un reste d'énergie libre de  $\frac{Q-1}{Q}$ ; la portion qui en pourra être engagée par le processus  $A$  sera par conséquent:

$$\frac{1}{P} = \frac{Q-1}{Q} \cdot \frac{U-u}{U}.$$

Originellement le processus  $A$  engageait  $\frac{1}{p}$  de l'énergie libre; après l'intervention de  $B$  il n'en engage que  $\frac{1}{P}$ ; la diminution relative sera donc de

$$\frac{\frac{1}{p} - \frac{1}{P}}{\frac{1}{p}} = \frac{1}{Q}.$$

Or  $\frac{1}{Q}$  est justement cette partie de l'énergie totale que nous avons supposée engagée par le dernier des deux travaux. Notre théorie nous fournit donc une explication très simple de ce fait que la diminution relative amenée dans le travail musculaire par des travaux intellectuels d'égale difficulté a toujours été trouvée constante: la fraction qui exprime cette diminution sera en effet toujours égale à celle qui représente la partie de l'énergie libre qui aura été engagée dans le travail mental. — Il demeure acquis que les processus psychophysologiques peuvent se mesurer à l'aide de déterminations ergographiques obtenues de la manière ci-dessus indiquée; je

montrerai plus loin par un exemple le degré de précision qu'on peut atteindre dans ces mesures. — Mais la théorie en question donne en outre une explication simple du phénomène connu sous le nom de l'inhibition. Dans le *Handbuch der Physiologie* que publie M. NAGEL, M. LANGENDORF a traité ce phénomène; l'explication un peu confuse qu'il en donne est au fond la même, moins l'expression concise que j'avais déjà fournie il y a quatre ans quand je la formulais ainsi: l'inhibition centrale est due à ce fait que l'énergie dépensée dans un travail quelconque ne saurait être employée à en exécuter un autre.

Et réciproquement: Étant donné un mouvement se communiquant d'un centre, *A*, à un point, *B*, situé au dehors du domaine de l'inhibition exercée par *A*, il se produira dans *B* un mouvement plus ou moins fort selon les circonstances, et si ce même point *B* est actionné par une autre excitation venant du dehors, cette dernière action viendra s'ajouter à celle qui excitait déjà le point *B* et nous aurons une excitation résultante plus forte que si *B* n'avait pas été influencé par *A*. M. Exner qui a étudié le premier ce phénomène physiologique le désignait sous le nom de „déblaiement“ („*Bahnung*“). Quant aux lois qui règlent le renfort d'intensité que provoquera, en un point déterminé, le déblaiement dû à un processus d'intensité donnée, la théorie que j'ai exposée dans mon mémoire sur l'activité des nerfs nous permet de les formuler; la difficulté consiste en ce que le déblaiement sera plus ou moins efficace selon que les deux processus se produisent simultanément ou successivement; et dans ce dernier cas l'intervalle plus ou moins grand qui les sépare doit être également de quelque importance. Aussi n'entrerai-je pas ici dans des considérations compliquées qui nous mèneraient trop loin; je me bornerai à donner le résultat d'un seul des cas étudiés, celui de deux processus provoqués par des excitations successives de forces  $r$  et  $r_2$ .

Grâce au déblaiement, le dernier survenu des deux processus, celui qui a été déterminé par une excitation d'intensité  $r_2$ , aura un effet correspondant à une excitation hypothétique de l'intensité  $r_2 + u \cdot r^v$  où  $u$  et  $v$  sont des constantes, fonctions de l'intervalle qui sépare les deux excitations.

La troisième partie de mon travail<sup>1</sup> traite d'abord de la vérification des lois de l'inhibition et du déblaiement; j'ai essayé d'y donner un exposé exact, — le seul, je crois, qui ait été publié jusqu'ici dans ce genre, — de la dynamique des processus psycho-physiologiques: de leur action réciproque. Les phénomènes auxquels j'ai tâché d'appliquer les lois en question ont été choisis de préférence dans les domaines de la vision et de l'audition, où les mesures peuvent s'effectuer avec le plus de précision; quant aux mesures employées dans cette vérification, je les ai tirées soit de mes propres expériences soit des ouvrages ou articles où d'autres ont rendu compte des leurs. Partout j'ai constaté un accord surprenant entre les chiffres trouvés par voie expérimentale et les formules que fournissaient les calculs théoriques. En outre, plusieurs phénomènes qui étaient restés incompris jusqu'ici, sont devenus faciles à expliquer dès qu'on y voyait tout simplement des effets de l'inhibition ou du déblaiement. Des exemples feront mieux comprendre de quoi il s'agit.

L'expérience nous montre que dans le cas où deux excitations auditives  $r$  et  $r_2$  se suivent de près, il faut que  $r > r_2$  pour que les sensations provoquées soient d'intensité égale. Ce fait s'explique par le déblaiement grâce auquel l'excitation dont l'intensité était de  $r_2$  aura l'effet que produit normalement une excitation de l'intensité  $r_2 + u \cdot r^v$ . La sensation provoquée par  $r_2$  ne sera donc identique à celle qui a été déterminée par  $r$  que si

$$r = r_2 + u \cdot r^v$$

<sup>1</sup> Elemente der Psychodynamik. Leipzig, 1905.

en d'autres termes si

$$\frac{r-r_2}{r} = \rho = u \cdot r^{v-1}.$$

Les mesures indiquées dans le tableau 1 montrent la précision obtenue dans des conditions favorables. L'intervalle qui séparait les deux excitations auditives  $r$  et  $r_2$  était de 1,25 secondes. A l'aide des valeurs trouvées pour  $\rho = \frac{r-r_2}{r}$ ,  $u$  et  $v$  ont été déterminés suivant la méthode des moindres carrés; on a obtenu de la sorte  $\rho = 0,0879 \cdot r^{0,11}$ . Les valeurs de  $\rho$  qui ont été calculées d'après cette expression se trouvent notées dans le tableau sous la rubrique:  $\rho$  calculé. Il me semble que les résultats ainsi obtenus constituent une vérification de la loi du déblaiement.

$r$	64	256	1024	4096	16384
$r_2$	55.2	215.0	827.1	3204	12186
$\rho$	0.138	0.160	0.192	0.217	0.256
$\rho$ calculé	0.139	0.162	0.188	0.220	0.256

Prenons comme exemple de l'application de la méthode ergographique à la mesure de travaux psychiques, la détermination du travail exigé pour apprendre par cœur un certain nombre de syllabes dépourvues de sens. Par la voie théorique on arrive à déterminer ce travail,  $A$ , comme le produit de trois facteurs:  $C$ ,  $W$ , et  $N^2$ , en désignant par  $C$  une constante, par  $W$  le nombre de lectures requises pour que la série de syllabes en question soit apprise de manière à pouvoir être reproduite sans hésitation, et par  $N$  le nombre des termes de la série. Des quantités représentées dans l'équation:  $A = C \cdot W \cdot N^2$ ,  $C$  est la seule inconnue,  $A$  pouvant se mesurer sur l'ergographe; il s'agit donc de trouver  $\frac{A}{W \cdot N^2} = \text{const.}$  Le tableau 2 contient les chiffres obtenus en opérant avec des séries de 6, 8 et 10 termes respectivement ainsi que les chiffres notés pour ces dernières séries lorsqu'on les a fait apprendre de nouveau après une demi-heure ou après cinq jours d'inter-

valle. Vu la très grande difficulté de ces mesures je trouve que l'expérience s'accorde assez bien avec la théorie.

<i>N</i>	6	8	10	10	10
<i>W</i>	1	4	10	5	7
<i>A</i>	0'612	5'178	21'443	9'825	13'875
<i>K</i>	0'0170	0'0202	0'0214	0'0196	0'0198

Après m'être assuré à l'aide de diverses déterminations quantitatives que l'influence réciproque des processus psychophysiologiques, simultanés ou successifs, s'exerce sous la forme d'inhibitions ou de déblaiements agissant dans le domaine commun aux processus en question, j'ai été amené à supposer que l'influence exercée par les processus psychiques sur les centres subcorticaux était peut-être soumise à des lois analogues. Il semble en effet que tel soit le cas au moins en ce qui concerne les centres qui règlent les mouvements du cœur: j'ai constaté que les phénomènes psychiques qui provoquent une inhibition étendue sont toujours accompagnés d'une accélération du pouls tandis qu'à ceux qui frayent le chemin aux autres correspond un pouls moins fréquent. Et ceci n'a rien que de très naturel, car un processus cortical inhibiteur dont l'action est très étendue doit inhiber également l'innervation latente du nerf vague, et l'on sait que tout affaiblissement de cette innervation entraîne une accélération du cœur. Réciproquement tout déblaiement dû à des processus corticaux aura pour effet une irritation du nerf vague, et cette irritation aboutira à son tour à une inhibition des mouvements du cœur, c'est-à-dire à un pouls plus rare. L'utilité de ces modifications du pouls est évidente: toute inhibition est due à une dépense d'énergie, et tout processus inhibiteur détermine une accélération du pouls, une circulation ravivée, qui règle les échanges organiques du cerveau sur la quantité d'énergie dépensée.

Mais un organisme où le cœur serait seul actif dans la régulation de l'afflux sanguin aux organes en fonction serait

assez imparfaitement prémuni dans la lutte pour l'existence. Car toute accélération du pouls provoquerait un afflux plus abondant dans tous les organes du corps, même dans ceux qui n'en ont pas besoin. Il est donc très vraisemblable que les modifications vasomotrices qui accompagnent notoirement les divers états psychiques servent à régler l'approvisionnement sanguin du cerveau sur le travail qu'il exécute. Pour savoir ce qui en est il faut connaître l'état des vaisseaux sanguins dans le plus de domaines possible, et le moyen le plus facile d'obtenir cette connaissance consiste à mesurer le retard du pouls c'est-à-dire l'espace de temps qui sépare les pulsations artérielles des pulsations cardiaques.

En 1897—1898 et 1901 j'ai fait un grand nombre d'essais où j'enregistrais simultanément, au cours de divers états psychiques, la respiration, le volume du bras, les pulsations du cœur, celles de la carotide et celles de la tibiale. Toutes les courbes se dessinaient les unes au-dessous des autres de manière à permettre de mesurer avec une exactitude de 0,001 seconde les retards du pouls dans les divers domaines du système vasculaire. Il est clair que, toutes choses égales d'ailleurs, le retard du pouls sera d'autant moins considérable qu'est plus grand le tonus vasculaire; nous pouvons donc conclure, à tout le moins pouvons-nous souvent conclure des modifications notées dans le retard du pouls aux changements vasomoteurs. L'atlas qui accompagne la troisième partie de mon travail contient les tracés graphiques obtenus au cours d'une assez longue série d'expériences sur ce sujet, à savoir, outre la courbe de la respiration et le pléthysmogramme du bras, les retards du pouls graphiquement enregistrés pour la carotide, la radiale et la tibiale et mesurés d'une artère à l'autre. Quant aux conclusions qu'on peut tirer des données ci-dessus relatives aux modifications circulatoires qui accompagnent les divers états psychiques, je n'entreprendrai pas de les formuler ici. Il me suffit de remarquer

que les résultats obtenus par moi s'accordent sur tous les points avec ceux qu'a inférés M. Berger de courbes tracées par notation directe des états du cerveau. Je souscris volontiers à l'énoncé où il résume les résultats de toutes ses recherches: les modifications de circulation qui accompagnent les divers états psychiques sont des réactions utiles qui assurent l'intégrité des centres nerveux en fonction.

---