

## Sur le système de nos sensations des couleurs.

Par

**M. K. Kroman.**

(Communiqué dans la séance du 7 mars 1890.)

Depuis que John Locke a fait la judicieuse remarque que nos sensations constituent l'alphabet avec lequel nous formons toutes nos conceptions, nos pensées les plus élevées comme nos fantaisies les plus hardies, les physiologues et les psychologues se sont appliqués à l'envi à ordonner et à délimiter cet alphabet, et ce sont surtout les sensations des sens de la vue et de l'ouïe qu'ils ont cherché à systématiser. Cependant, on n'y est encore complètement parvenu dans aucun de ces domaines. Dans le second, on est encore en désaccord sur le rapport entre les deux espèces d'unités qu'il comprend: le bruit momentané et le son momentané, et on ne s'est guère occupé jusqu'ici de systématiser les différentes espèces de bruits. Par contre, l'expérience a relativement bien réussi en ce qui concerne les sons. Ce qui, en apparence, est simple ici, c'est le son concret momentané, qui est déterminé par son intensité, sa hauteur et son timbre. Le timbre — ce qui distingue, par exemple, le son de la flûte de celui du violon — est dû à la composition particulière du son concret. Nous apprenons par une voie indirecte qu'il est composé de tons partiels, dont le plus grave est en général le plus intense et celui qui déter-

mine la hauteur du son, tandis que les tons supérieurs peuvent être plus ou moins nombreux et avoir une intensité variable, d'où résulte une modification dans le timbre. Le son réellement simple est ainsi le ton momentané déterminé par son intensité et sa hauteur, et si l'on prend ces deux éléments respectivement pour abscisses et pour ordonnées, il sera donc, dans ce système de coordonnées, indiqué par un seul point, tandis que le son concret momentané, tel que celui du violon ou de la flûte, devra l'être par un certain système de points. L'ensemble des tons sera de cette manière représenté par une certaine aire dont, dans un sens abstrait, il n'est pas bien difficile de tracer la limite.

Une des raisons pour lesquelles la systématisation a relativement bien réussi ici, est certainement la grande simplicité du rapport entre la cause physique, les vibrations de l'air, et le résultat psychique, la sensation du son, car il y a ici un parallélisme constant entre les systèmes physique et psychique. A chaque élément simple dans le domaine psychique correspond toujours aussi un élément simple dans le domaine physique, et chaque résultat psychique simple ne peut être produit que par une cause physique déterminée. Au ton simple, déterminé par une intensité  $a$  et une hauteur  $b$ , correspond une vibration élémentaire (sinueuse) de l'air, déterminée par une amplitude  $\alpha$  et une vitesse  $\beta$ , et au son concret  $T$  composé des tons partiels  $L, M, N$ , correspond la vibration de l'air  $t$ , composée des vibrations élémentaires  $l, m, n$ . La seule indétermination qui mérite d'être mentionnée, c'est que les vibrations élémentaires correspondant aux tons partiels peuvent présenter toute espèce de différences de phases, sans que le résultat psychique, le son concret, en soit modifié.

Pour ce qui regarde le sens de la vue, il n'existe pas un pareil parallélisme entre les causes physiques et les résultats psychiques, et c'est certainement une des causes pour lesquelles on n'a pas encore réussi à donner une systématisa-

tion satisfaisante des éléments psychiques : nos sensations des couleurs. Car, tout naturellement, on a d'ordinaire pris son point de départ dans le système des causes physiques et, en s'efforçant, sans y regarder d'assez près, de transporter l'ordre de ce système dans le domaine psychique, on en est venu à le délimiter d'une manière artificielle.

Je donnerai, dans ce qui suit, une courte critique du système de nos sensations des couleurs qui, pour le moment, est dominant presque partout, et exposerai ensuite les principes d'un autre système qui, à mes yeux, est plus naturel et plus exact.

C'est l'ensemble de nos sensations des couleurs qu'il s'agit de systématiser. Et à cet ensemble, il faut tout d'abord rapporter non seulement le rouge, le jaune, le vert, le bleu, avec tous les degrés intermédiaires, mais aussi le noir, le blanc, et tous leurs degrés intermédiaires. On ne peut guère désigner les termes seuls de la première série sous le nom de couleurs et ceux de la seconde sous celui de degrés de clarté, car les termes de la première série ont aussi leur clarté particulière et il y a de plus des transitions continues de cette série à la seconde; mais à quel degré de ces transitions y aurait-il lieu de rejeter le nom de couleur pour le remplacer par un autre? En outre, tous ces termes réunis forment aussi une multiplicité si particulière et si bien délimitée, qu'il doit être très désirable de les comprendre tous sous un nom commun. D'un autre côté, il est bien certain que les termes rouge, jaune, vert, bleu et tous leurs degrés intermédiaires forment, d'une manière ou de l'autre, une série à part, de même que les termes noir, blanc et tous leurs degrés intermédiaires en forment une autre. C'est ce que nous exprimerons de la manière la plus claire et la plus rigoureuse en choisissant pour la première série le nom de couleurs de l'arc-en-ciel ou du spectre, et pour la seconde celui de couleurs grises, tandis que nous emploierons pour les deux séries la

dénomination commune de couleurs. Telle est aussi presque partout la conception dominante.

Par une unité dans ce domaine, nous entendrons tout résultat d'un acte sensitif immédiat et indivisible. Ce n'est donc pas seulement un élément de rouge, de jaune, de vert, de bleu, de blanc et de noir, chacune de ces six teintes, que nous appellerons teintes fondamentales, étant prise dans sa plus grande pureté, mais aussi un élément de jaune rougeâtre, de vert grisâtre, etc. parce que ces sensations, nous les éprouvons tout d'un coup. Nous ne percevons pas d'abord du rouge, puis du jaune et seulement alors du jaune rougeâtre, ou bien d'abord une petite surface rouge, puis à côté une petite surface jaune, et enfin du jaune rougeâtre; mais la sensation de cette teinte composée est un acte simple, et c'est seulement par la réflexion que nous découvrons que le jaune rougeâtre nous rappelle le jaune et le rouge. C'est pourquoi nous considérons le jaune rougeâtre comme une unité, bien que cette teinte, en opposition aux 6 teintes fondamentales ci-dessus mentionnées, soit une unité composée, et c'est bien ainsi qu'on l'entend habituellement.

On classifie d'ordinaire cette multiplicité d'unités de la manière suivante. De même qu'un point dans l'espace peut être déterminé par trois coordonnées, un point du globe terrestre, par exemple, par sa latitude, sa longitude et sa hauteur au-dessus de la mer, de même, dit-on, la sensation simple d'une couleur peut aussi être déterminée par trois indications, puisque, comme le point dans l'espace, elle est une fonction de trois variables indépendantes. Ces trois variables indépendantes sont la teinte, l'intensité et le degré de saturation. Par la teinte d'une couleur, on entend la particularité qui lui est propre de renfermer telle ou telle couleur spectrale; par son intensité, la force de l'impression qu'elle fait sur l'esprit (comme on le dit en général assez vaguement), et, par son degré de saturation, la pureté avec laquelle elle

apparaît comme couleur spectrale, sans mélange de blanc, de gris ni de noir.

Qu'il y ait des considérations d'ordre physique qui interviennent dans cette systématisation, cela résulte, entre autres, de ce qu'on ajoute très souvent que la teinte d'une couleur dépend de la longueur de l'ondulation, son intensité de la grandeur de son amplitude ou de la hauteur de l'ondulation, et son degré de saturation de la pauvreté en lumière blanche entremêlée.

Mais on peut, sous trois rapports, faire des objections plus ou moins fortes contre cette systématisation.

Commençons par quelques objections moins importantes relatives aux désignations elles-mêmes.

Pour plusieurs raisons, il vaudra mieux que l'expression de teinte serve à indiquer la particularité totale de chaque couleur, tandis que sa particularité spectrale sera désignée d'une manière plus précise et plus claire par le nom de teinte spectrale. D'après cela, chaque fois qu'une couleur se modifie, elle change de teinte, et chaque fois que ses facteurs spectraux varient, elle change de teinte spectrale. L'avantage de ces nouvelles dénominations deviendra plus clair dans ce qui suit.

L'expression «intensité d'une couleur» est extrêmement vague, car lorsqu'il s'agit de teintes composées, on est facilement conduit à distinguer plusieurs intensités. On pourrait ainsi bien dire que le gris foncé est d'un noir plus intense que le gris clair, et le gris clair d'un blanc plus intense que le gris foncé. De même, pour un jaune rougeâtre mélangé de gris, il pourrait également être question de 4 intensités correspondant au rouge, au jaune, au blanc et au noir. En réalité, par l'intensité d'une couleur, on entend toujours maintenant sa plus ou moins grande parenté subjective avec le blanc, et c'est pourquoi beaucoup d'auteurs ont remplacé le mot intensité par celui de clarté, terme que nous adopterons aussi.

Enfin l'expression « saturation d'une couleur » est également vague, car une couleur peut être appelée saturée au point de vue de la teinte spectrale et de la teinte grise qu'elle peut renfermer. Dans le fait, on entend toujours maintenant par saturation d'une couleur sa saturation spectrale. Mais pour éviter tout malentendu, au lieu de cette expression nous choisirons celle d'intensité spectrale.

Suivant la théorie généralement adoptée, nous dirons donc : chaque couleur est déterminée par sa teinte spectrale, sa clarté et son intensité spectrale. Ces propriétés sont elles-mêmes déterminées par la longueur et l'amplitude de l'onde et par les mouvements ondulatoires de toute sorte qui les accompagnent, et ce sont des propriétés dont chacune peut varier indépendamment des deux autres, de même qu'une des coordonnées d'un point dans l'espace peut varier sans que les deux autres changent de valeur.

Mon autre objection, c'est qu'il n'existe pas, à proprement parler, de parallélisme marqué entre les facteurs physiques et psychiques ci-dessus mentionnés. Car, en premier lieu, il n'est pas du tout dit que la teinte spectrale d'une couleur soit due à une seule espèce d'ondulation de l'éther, cette teinte spectrale pouvant au contraire être produite par un grand nombre de combinaisons d'ondulations. En second lieu, il est facile de montrer qu'il n'y a pas de proportionnalité simple ou générale entre l'amplitude des ondulations, ou leur intensité physique, et l'intensité ou la clarté de la sensation de la couleur correspondante, chose qui résulte déjà de la circonstance que les ondulations même les plus fortes de l'éther, celles dont la longueur est au-dessus de  $\frac{1}{1200}$  de mm., ne donnent aucune sensation visuelle. Tout le monde regarde le jaune comme la couleur la plus claire du spectre ; mais la physique nous apprend que les ondulations qui correspondent au rouge ont en général une intensité plus grande. En outre, il faut se rappeler que la clarté d'une couleur donnée doit varier non seulement

avec le nombre et l'intensité des ondulations correspondant à cette couleur, mais aussi avec le nombre et l'intensité de toutes les ondulations de longueurs différentes qui accompagnent les précédentes. Enfin, vient la circonstance qu'une ondulation d'une longueur déterminée et d'une amplitude croissante ne produit pas la sensation d'une teinte spectrale déterminée dont la clarté est croissante, mais en général nous donne successivement la sensation de différentes teintes spectrales voisines. C'est ainsi, suivant M. Helmholtz, que, dans ces conditions, le violet rougeâtre passe peu à peu au violet bleuâtre et cette dernière teinte au bleu pur. Le parallélisme dont il s'agit est donc si faible qu'il vaut mieux l'abandonner, et il en résulte que la systématisation choisie ne peut en tout cas trouver d'appui dans des considérations d'ordre physique. Pour être conservée, il faudrait qu'elle eût une valeur propre.

Mais c'est ce qu'on ne saurait non plus prétendre. On s'est au contraire laissé aller, peut-être surtout pour maintenir cette apparence de parallélisme, à considérer trois variables indépendantes qui, en réalité, ne sont pas du tout indépendantes les unes des autres, et qui, au point de vue psychologique, ne sont pas non plus des variables naturelles. Si je prends un élément d'une certaine teinte spectrale, l'indigo par exemple, je puis bien me figurer que la sensation qu'elle me donne a une clarté quelconque jusqu'à ce que, arrivé aux limites, je passe du bleu foncé au noir pur et du bleu clair au blanc pur. Mais si je suis arrêté par un bleu clair d'une clarté déterminée, et que j'essaie de le faire passer par tous les degrés de saturation ou d'intensité spectrale, je découvre aussitôt que c'est impossible, car cette teinte, en vertu de sa clarté, a déjà un certain manque de saturation qui ne peut disparaître si cette clarté persiste, et nous apprenons par là que la clarté et l'intensité spectrale ne peuvent être des variables indépendantes l'une de l'autre, puisque chacun de ces facteurs détermine l'autre plus ou moins. J'indiquerai exactement, dans ce qui

suit, les rapports qu'ont entre elles les variables dont il s'agit, et clos ici ma critique du système en usage en posant la question suivante: n'est-il donc pas possible de trouver un ordre plus exact, basé sur la nature même de la question et, avant tout, tel que les variables indépendantes ou tous les facteurs déterminants soient en réalité indépendants les uns des autres?

Oui, c'est possible. Et cela de la manière la plus simple, en procédant seulement par induction et en s'en tenant exclusivement aux éléments psychiques.

Figurons-nous, dans le champ de la vision, un élément d'une couleur quelconque, un rouge jaunâtre saturé, par exemple, et demandons-nous comment cette teinte peut varier. L'expérience m'apprend que je puis d'abord la rendre de plus en plus jaune, que, du jaune pur, en passant par des teintes de plus en plus jaune verdâtre, j'arrive au vert pur, et que de là, en passant successivement par le vert bleuâtre, le bleu, le bleu rougeâtre et le rouge pur, je reviens, sans faire aucun saut, à mon point de départ, le rouge jaunâtre. Je vois par là que cette variation constitue un cycle, puisqu'elle comprend seulement les 4 teintes fondamentales du spectre avec toutes leurs teintes intermédiaires, et les teintes pourpres qui manquent dans le spectre. Ces teintes revenant toujours dans le même ordre, nous les supposerons disposées sur un cercle ou sur un anneau, et les appellerons les couleurs annulaires.

Mais je puis en outre rendre l'élément rouge jaunâtre de plus en plus clair jusqu'à ce que j'arrive au blanc pur, et inversement de plus en plus sombre jusqu'à ce que j'atteigne le noir pur, et il est évident que toutes les autres couleurs annulaires pourront varier de la même manière. Il faudra donc élargir l'anneau tant vers le haut que vers le bas, de sorte que nous aurons un cylindre dont la moitié supérieure renfermera les teintes intermédiaires entre toutes les couleurs annulaires



et le blanc pur, et la moitié inférieure, les teintes intermédiaires entre ces mêmes couleurs et le noir pur.

Mais ici se présente un inconvénient. Toute la série supérieure des éléments superficiels (supposés infiniment petits) représente maintenant du blanc, et toute la série inférieure, du noir. Or, cela n'est pas systématique. De plus il est clair que toutes les teintes demi-blanches situées à mi-distance entre les couleurs annulaires et le bord supérieur du cylindre peuvent seulement différer les unes des autres deux fois moins que les couleurs annulaires, et il en est de même de toutes les teintes demi-noires situées entre les couleurs annulaires et le bord inférieur du cylindre. En égard à ces circonstances, nous transformerons tous les rectangles infiniment petits que nous avons formés au-dessus et au-dessous des couleurs annulaires en triangles à sommets blancs et noirs, et nous réunirons ensemble ces triangles de manière à former un double cône où les couleurs annulaires sont disposées le long de l'équateur, et dont le sommet supérieur est blanc et l'inférieur noir.

Le monde des couleurs est-il maintenant épuisé? Evidemment non! Car de même que chaque couleur annulaire ou de l'équateur peut graduellement devenir noire ou blanche, de même il y a aussi une transition directe de l'une à l'autre de ces deux dernières couleurs. La surface extérieure du double cône ne nous suffit donc pas; nous devons aussi nous servir de son intérieur, et tout d'abord nous figurer que l'axe du cône est formé de teintes grises de plus en plus claires à mesure qu'elles se rapprochent du sommet supérieur. Les couleurs de l'équateur pourront aussi se transformer graduellement en chacune de ces teintes, et pour cela nous devons encore nous figurer l'intérieur du double cône rempli de surfaces coniques allant de l'équateur à chaque point de l'axe. Celle de ces surfaces qui est le médiane, si tout est disposé subjectivement d'une manière uniforme, sera évidemment la

section transversale passant par le centre du double cône, et elle renfermera les transitions de toutes les couleurs de l'équateur au gris neutre ou moyen situé à mi-distance entre le noir et le blanc.

Il est évident que nous avons maintenant épuisé toutes les couleurs. Si nous nous figurons les 6 couleurs fondamentales aussi intenses, aussi saturées, ou, en d'autres termes, aussi pures que possible, toute teinte concevable sera représentée par l'un ou l'autre des éléments du double cône. Toute tentative pour trouver une teinte autre que celles qui sont déjà représentées sera vaine.

Mais il résulte de ce qui précède qu'une teinte quelconque (vue subjectivement) peut être considérée comme composée d'une certaine fraction de couleur spectrale de teinte déterminée et d'une certaine fraction de couleur de l'axe de teinte déterminée. Pour arriver, dans notre système, à déterminer quantitativement les couleurs, nous supposerons, par exemple, que les 4 couleurs fondamentales, le rouge pur, le jaune pur, etc., ou, comme on peut aussi les appeler, le rouge central, le jaune central, le vert central et le bleu central, sont placés sur l'équateur à des intervalles de  $\frac{1}{4}$  de circonférence, et que les teintes intermédiaires sont, au point de vue subjectif, réparties uniformément entre ces couleurs, en même temps que nous désignerons le rouge central par  $R_0$ , et chacune des autres couleurs par la même lettre accompagnée d'un indice désignant la fraction de circonférence (ou l'arc de cercle) qui, dans la direction indiquée (du rouge au jaune, etc.), les sépare du point de départ  $R_0$ . Passant ensuite aux teintes grises, nous les répartirons de la même manière uniformément sur l'axe, en désignant le noir par  $G_0$  et le blanc par  $G_1$ , de sorte que les variations de ces teintes seront aussi comprises entre les limites 0 et 1, et enfin nous poserons également chaque passage de l'axe à l'équateur égal à 1. Une couleur quelconque  $F$  pourra alors être déterminée par une équation de la forme

$$F = aR_m + bG_n$$

où  $a$  représente la fraction de couleur annulaire et  $b$  la fraction de couleur de l'axe qu'elle renferme, tandis que  $m$  désigne l'espèce de couleur annulaire ou spectrale et  $n$  l'espèce de couleur grise. — Si nous pratiquons une section passant par l'axe  $NB$  du double cône et le point de l'équateur qui représente la teinte spectrale  $R_m$  (Fig. 1), la couleur sera représentée par le point  $F$ , qui partage la génératrice  $G_nR_m$  dans le rapport de  $\frac{a'}{b'}$  ou de  $\frac{a}{b}$ .

Reprenant les désignations déjà employées, nous pouvons dire que  $a$  détermine l'intensité spectrale de la couleur,  $b$  son intensité de gris,  $m$  sa teinte spectrale et  $n$  sa teinte grise. Elle

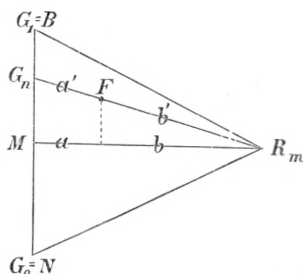


Fig. 1.

est donc déterminée par la quantité et l'espèce, ou par la quantité et la qualité des deux classes principales de couleurs: les couleurs de l'équateur et celles de l'axe.

Parmi les 4 nombres  $a$ ,  $b$ ,  $m$  et  $n$ ,  $b$  est toujours déterminé par  $a$ , car  $a + b = 1$ . L'équation précédente peut donc s'écrire sous la forme

$$F = aR_m + (1 - a)G_n.$$

La couleur est alors déterminée par les trois facteurs  $a$ ,  $m$  et  $n$ . Chacune de ces quantités peut, indépendamment des deux autres, prendre une valeur quelconque entre 0 et +1. Nous avons ainsi trois variables réellement indépendantes: l'intensité spectrale, la teinte spectrale et la teinte grise.

Par contre, le système en usage conduit logiquement non à un double cône, mais à un cylindre. Les trois variables sont en effet ici la teinte spectrale ou annulaire, la clarté et l'intensité spectrale ou annulaire. Si par l'axe du cylindre nous menons un plan qui renferme la couleur  $F$  (Fig. 2), la teinte spectrale sera donnée par le choix même que nous avons fait

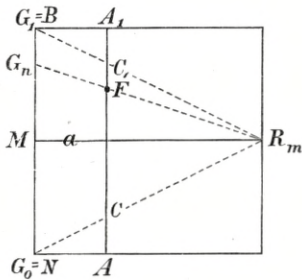


Fig. 2.

de cette section, l'intensité spectrale par la distance à l'axe,  $a$ , ou  $NA$ , et la clarté par la hauteur  $AF$  au dessus de la base. Le défaut de ce système, c'est évidemment que l'espace délimité par ces trois variables embrasse bien plus que l'ensemble des couleurs qui, au point de vue systématique, sont comprises dans le double cône correspondant. Plus on s'éloigne de l'axe et se rapproche de la périphérie, plus il devient impossible de faire entrer dans le système tous les degrés de clarté. En faisant varier comme auparavant de 0 à 1 l'intensité spectrale et le degré de clarté, nous pourrions exprimer la relation exacte entre ces deux facteurs par la loi suivante: Si l'intensité spectrale d'une teinte  $= a$ , son degré de clarté ne peut être au-dessous de  $\frac{1}{2}a$  ni au-dessus de  $1 - \frac{1}{2}a$ . Cela provient de ce que les parties  $AC$ ,  $A_1C_1$ , par suite des limites du système, sont exclues de la ligne  $AA_1$  qui représente les degrés de clarté. Si le degré de clarté était plus grand que  $AC_1$ , nous serions amenés dans l'espace vide au-dessus de  $C_1$ , ou nous devrions de là nous avancer vers  $B$ , mais nous diminuerions en même temps l'intensité spectrale. Les partisans du système usuel l'ont aussi eux-mêmes critiqué à moitié sans le vouloir, car pour le représenter géométriquement, ils ont pour ainsi dire toujours choisi le double cône (ou la sphère qui, pour divers motifs, ne convient pas non plus) comme symbole, sans voir clairement que ce choix ne s'accordait pas avec leurs variables, qui exigeaient évidemment le cylindre.

Nous ajouterons encore quelques remarques.

On pourrait se figurer les couleurs spectrales rangées sur l'équateur suivant différents points de vue. On pourrait, par exemple, donner aux teintes voisines également faciles à

discerner des étendues égales, ce qui aurait pour conséquence que les 4 couleurs fondamentales n'occuperaient pas chacune précisément un quart de circonférence; mais un pareil arrangement ne donnerait jamais des résultats assez marqués pour qu'il y eût avantage à l'adopter, et il est essentiel que nos 4 couleurs fondamentales: le rouge, le jaune, le vert et le bleu purs, soient mises en évidence par des places bien choisies, ce qu'on obtient en les séparant par des intervalles de 90 degrés. On pourrait aussi disposer diamétralement en face l'un de l'autre les deux groupes de couleurs complémentaires. Cet arrangement est certainement à recommander dans certains cas spéciaux; mais, en général, il devra céder la place à celui que nous employons, car la circonstance que nos sensations des couleurs comprennent d'ordinaire des unités simples joue un rôle bien plus important que le phénomène des couleurs complémentaires.

Comme le système que nous proposons ici ne se sert pas du tout de la notion de clarté, il n'attribue non plus aucun degré de clarté aux couleurs spectrales. Quant à la question de savoir si cette notion ne peut s'appliquer aux couleurs spectrales, qui sont complètement différentes du blanc et du noir, ou si l'on doit leur donner la clarté  $\frac{1}{2}$ , elle dépendra avant tout de la manière dont on définira l'expression de clarté. Mais, quel que soit le résultat, par cela même qu'on a placé les couleurs spectrales précisément sur l'équateur, on leur a attribué, dans la distance qui les sépare du noir et du blanc, une égalité qu'elles ne possèdent pas en réalité, car le jaune le plus pur que nous connaissons, par exemple, est assurément plus voisin du blanc que du noir. Toutefois, si nous devons construire notre système exactement d'après ces considérations empiriques, il aurait sans nul doute des limites extrêmement compliquées; c'est pourquoi il nous faut ici, comme partout ailleurs dans la science, idéaliser ou simplifier, et nous figurer une série de couleurs spectrales idéales dont nos sen-

sations réelles des couleurs se rapprochent plus ou moins. Quant à déterminer de combien les couleurs spectrales réelles sont plus ou moins voisines de cet équateur idéal, ce sera un problème empirique réservé à l'avenir.

Une dernière remarque. On pourrait peut-être croire qu'il serait encore plus simple de donner au système la forme de la sphère. Si l'on place le blanc et le noir en deux points diamétralement opposés en répartissant uniformément entre eux les teintes grises, et qu'on dispose comme auparavant les couleurs spectrales sur l'équateur correspondant, en établissant des gradations uniformes entre chaque point de l'équateur et chacune des pôles, et entre le gris moyen, au centre, et chacune des couleurs réparties à la surface, la place de chaque teinte sera ainsi déterminée, et une certaine teinte  $F$  aura pour expression

$$F = (r, d, m),$$

$r$  étant sa distance du centre,  $\pm d$  son élévation au-dessus du plan de l'équateur, et  $m$  le méridien vers lequel elle est dirigée.

Cette disposition nous donne aussi trois variables réellement indépendantes, mais elles ne sont pas en même temps des variables naturelles comme dans le système précédent. Si, par exemple, dans un certain cas,  $r = \frac{1}{2}$ , cela ne signifie pas maintenant que la couleur dont il s'agit est à moitié saturée ou une couleur spectrale à moitié pure; mais cela signifie seulement qu'elle est située à mi-distance entre le gris moyen et une certaine couleur de la surface,  $S$ , qui, si, par exemple,  $d = +\frac{1}{3}$  et  $m = \frac{3}{4}$ , est formée de  $\frac{1}{3}$  de blanc et de  $\frac{2}{3}$  d'une couleur spectrale de la teinte  $\frac{3}{4}$ , par conséquent de  $\frac{2}{3}$  de bleu pur. Ces renseignements nous permettent certainement aussi de construire la couleur idéalement, car elle a la composition suivante:

$$F = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}G_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2}S = \frac{1}{2} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2}N \\ \frac{1}{2}B \\ \frac{1}{3}B \\ \frac{2}{3}R_{\frac{3}{4}} \end{array} \right\} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} R_{\frac{3}{4}} + \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \right) B + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} N = \left\{ \begin{array}{l} \frac{4}{12}R_{\frac{3}{4}} \\ \frac{5}{12}B \\ \frac{3}{12}N \end{array} \right.$$

Mais il aurait évidemment mieux valu que le rapport entre les 3 facteurs naturels: la couleur spectrale, le blanc et le noir, nous eût été donné plus directement et que le blanc n'eût pas été fractionné en deux parties, comme élément du gris moyen et comme élément de la couleur de la surface. D'après le système décrit plus haut, la même couleur serait déterminée par l'équation

$$F = \frac{1}{3}R_{\frac{3}{4}} + \frac{2}{3}G_{\frac{5}{8}}$$

par laquelle on voit directement qu'elle se compose pour les  $\frac{2}{3}$  d'un gris formé de 5 parties de blanc et de 3 de noir.

On voit souvent dans la physique et la physiologie que l'ouïe, en opposition à la vue, est définie comme un sens analytique. Comme nous l'avons indiqué dans ce qui précède, c'est en effet très exact si tant est qu'il s'agisse seulement de causes objectives. Mais s'il est question de l'analyse même des sensations, le sens de la vue devient aussi jusqu'à un certain degré analytique. Nous appelons spontanément certaines couleurs pures, d'autres impures, et, parmi les premières, nous en trouvons qui sont tantôt claires, tantôt foncées et tantôt saturées, c'est-à-dire, qui n'appartiennent à aucune de ces catégories, tandis que, parmi les couleurs saturées, nous distinguons enfin entre les couleurs composées, comme le jaune rougeâtre, et les couleurs simples, comme le rouge central. Mais cela signifie que nous pouvons, avec plus ou moins de précision, décider tout spontanément si une couleur a une teinte spectrale simple ou composée, si elle renferme une teinte

grise et enfin si cette teinte se présente comme du blanc ou du noir seul, ou si elle est un mélange de blanc et de noir. Mais le mode de détermination exposé plus haut se rattache justement de la manière la plus étroite à cette analyse spontanée. Et c'est évidemment encore une preuve que nous avons bien pris la voie qu'il fallait suivre, et divisé les couleurs précisément d'après leur aspect. — Une question toute différente, à savoir comment, dans la diversité ici décrite, nous pourrions produire une unité prise au hasard, n'a pas encore été abordée.

---