

3^e *Théories des mathématiciens.* — Sturm et Vallée en sont les auteurs. Nous ne croyons pas devoir les rapporter, parce que nous ne les comprenons pas d'abord, et ensuite parce que nous n'aurions pas grand profit à connaître des exercices de physique ou de mathématiques faits à propos de physiologie.

Conclusion. — D'après tout ce que nous venons de dire, il reste un fait incontestable, c'est la nécessité de changements dans l'œil pour expliquer la vue distincte d'objets placés à des distances différentes; c'est la nécessité de l'adaptation. Il n'y a pas le moindre doute à cet égard. L'expérience de Mueller et celle de Scheiner sont trop évidentes. Bien plus, ne sait-on pas que si l'on examine trop longtemps des objets rapprochés, l'œil devient momentanément myope? Ne sait-on pas aussi que si après avoir fixé quelque temps un objet éloigné, on regarde rapidement un autre objet plus rapproché, il faut un certain temps pour bien distinguer l'objet. Si ce fait de l'adaptation est bien établi, il faut reconnaître aussi que le mécanisme de ce phénomène nous est inconnu.

Vue renversée et vue droite.

D'après les lois de l'optique, les images se présentent sur la rétine renversées par rapport aux objets. Mais voit-on réellement les images renversées comme elles le sont; ou bien les voit-on droites comme les objets? D'après Mueller, il faut penser que, quoique nous voyons les objets renversés, nous ne pouvons jamais en acquiescer la conscience que par des recherches d'optique, et que, voyant tout de la même manière, l'ordre des objets ne se trouve nullement altéré.

Cependant on a donné de ce phénomène deux autres explications. Dans la première on attribue la vision droite à ce que nous voyons, non pas l'image de la rétine, mais la direction des rayons lumineux. Mais les rayons lumineux n'ont point de direction déterminée et à chaque point correspond un cône entier de lumière, et il nous est impossible de sentir autre chose que les particules de notre rétine. La deuxième hypothèse a été soutenue par Bartels. Dans celle-ci, on prétend que la rétine agit en dehors et qu'elle y reporte les objets en sens croisés, par exemple, suivant la direction de la perpendiculaire à la rétine. Mais alors comment expliquer pourquoi une direction aurait une prééminence sur l'autre?

Direction de la vue.

Il y a sur ce point deux hypothèses :

1^o La direction suivant laquelle on voit un objet dépend seule-

ment de la particule affectée de la rétine, de la distance à laquelle cette particule se trouve du centre de la membrane, de la direction qu'elle affecte par rapport à lui, ou, en d'autres termes, de la place qu'elle occupe dans la rétine. Alors même que l'imagination agit au dehors, et y projette les affections de la rétine, la relation des petites images demeure la même, et la représentation visuelle peut être considérée jusqu'à un certain point comme un déplacement en avant du champ visuel entier de la membrane, déplacement qui n'en altère nullement les côtés, ce qui apparaît en haut étant représenté en haut, ce qui apparaît en bas l'étant en bas.

2^o Les projections des images se croisent de manière que l'image de la rétine est projetée du côté opposé dans la représentation, ou vue dans la direction primitive. Cette seconde hypothèse est susceptible de varier beaucoup suivant le point d'entrecroisement qu'on admet pour les directions.

Les uns croient qu'on aperçoit la direction de la lumière, quo par conséquent on voit dans la direction de la lumière elle-même. Mais on peut objecter que dans la vision ordinaire, chaque point de l'image sur la rétine est déterminé par le sommet d'un cône lumineux ayant pour base la largeur de la rétine. Lequel de ces rayons du cône doit déterminer la direction? serait-ce le rayon parallèle à l'axe?

Portefield et Bartels supposent que chaque point de la rétine voit dans la direction d'une ligne perpendiculaire à la rétine ou à sa tangente. Cette hypothèse est complètement arbitraire.

Suivant Volkmann, la direction de la sensation dépend de la situation du point sentant par rapport au point d'entrecroisement des rayons visuels, qui, d'après ses propres observations, se trouve sur la même ligne que la petite image de la rétine et l'objet. Il ajoute que c'est la conséquence d'une loi innée et qu'on ne doit pas chercher à expliquer.

Toutes ces explications basées sur la seconde hypothèse sont affectées d'un vice commun. La vue des deux yeux à la fois les contredit toutes. Si la direction de la vue dépend d'une action de la rétine dans une direction quelconque, déterminée de dedans en dehors, il y a impossibilité de comprendre comment on voit les objets simples avec deux yeux.

Jugement sur la forme, la grandeur, la distance et le mouvement des objets.

Le jugement que nous portons, d'après la vue, sur la forme des corps est la suite, en partie de la sensation et en partie de la re-

présentation combinées. Comme la forme des images dépend absolument de l'étendue des points affectés de la rétine, la simple sensation suffit pour nous faire distinguer les unes des autres des formes bornées à de simples surfaces, par exemple, un carré d'un cercle ; mais la faculté de juger des différentes dimensions des corps d'après les images de la vue exige de l'exercice, parce que toutes les intuitions de la vue ne sont originairement que des surfaces, et que, pour procurer la représentation d'un corps, le jugement doit ajouter les différentes faces qu'on aperçoit à ce corps, quand on lui donne une autre situation. L'opéré de Cheselden voyait tout à plat, parce que c'est effectivement ainsi que tout se représente. Mais comme les images changent tandis que nous nous remuons dans l'espace, parce que nous passons en quelque sorte entre elles, il résulte de là en nous la représentation du champ visuel qui n'est qu'une simple idée et non une sensation.

La *grandeur* apparente des objets dépend immédiatement de celle de la partie affectée de la rétine, ou de la grandeur de l'angle sous lequel ils apparaissent à l'œil. Pour juger de leur grandeur réelle d'après leur grosseur apparente, il faut combiner des idées déjà acquises de proche, de lointain, etc.

Juger de la *proximité* et de l'*éloignement* est l'affaire de l'esprit et non de la sensation. Tout objet qui apparaît sous un angle plus petit que celui sous lequel on le voit dans un voisinage immédiat est jugé éloigné. On juge plus éloigné celui qu'un autre couvre en partie, ou qui paraît plus petit relativement qu'il ne devrait le sembler, s'il était placé à la même distance que les autres objets.

Ce jugement s'acquiert, et ce n'est point une faculté innée, du moins chez l'homme. Pour l'enfant, tout se trouve à la même distance, il cherche à saisir la lune aussi bien que le corps le plus rapproché de lui. La plupart des physiologistes prétendent que la situation des axes des yeux, qui est nécessaire pour regarder les objets, contribue aussi beaucoup à l'appréciation des distances, parce que les axes des yeux convergent d'autant plus que l'objet est plus rapproché. Cependant on s'exagère la valeur de ce moyen. Il peut sans doute avoir beaucoup d'efficacité pour des objets qui sont placés en droite ligne devant les yeux, mais il la perd toute pour ceux qui sont situés de côté.

Le jugement que nous portons sur le *mouvement* des objets vus dépend en partie du mouvement de l'image sur la rétine et en partie de celui des yeux qui suivent un corps quand il se meut. Si l'image se meut sur la rétine, tandis que l'œil et notre corps demeurent en repos, nous jugeons que l'objet vu change de position par rapport à nous. Son mouvement peut cependant n'être qu'apparent, quand

le corps sur lequel nous nous trouvons, un bateau, par exemple, se meut. Si l'image reste en repos sur la rétine, si elle y demeure fixée au même point, et que les mouvements des yeux suivent le corps mù, nous jugeons que celui-ci se meut d'après la sensation de mouvement que nous éprouvons dans nos muscles oculaires. Lorsque l'image sur la rétine et les muscles des yeux se meuvent en même temps d'une manière correspondante, comme en lisant, nous jugeons que l'objet est tranquille et nous savons qu'il n'y a que nous qui changeons de situation par rapport à lui. Quelquefois il y a mouvement apparent des objets, bien que ceux-ci et les yeux soient tranquilles. Ainsi, après qu'on a tourné sur soi-même, on les voit tourner à leur tour, mais en sens inverse. Ces mouvements, d'après Purkinje, dépendent d'une impulsion communiquée au cerveau.

États de la rétine consécutifs aux impressions visuelles, ou images subjectives consécutives aux impressions de la rétine par les objets extérieurs à elle.

La durée des impressions sur la rétine est beaucoup plus longue que celle de la lumière. D'après Plateaux, la sensation dure 0,32 à 0,35 secondes au delà de cette action, et la durée de l'impression consécutive croît en raison directe de celle de l'impression première. Cette persistance nous rend compte de plusieurs phénomènes : de celui du cercle de feu qu'on aperçoit quand on tourne une lumière en rond devant les yeux, de celui encore du mélange des couleurs d'un disque coloré tournant, et de l'impossibilité de distinguer les unes des autres les raies d'une roue qui marche avec rapidité. C'est aussi par la persistance de l'impression consécutive que l'on s'explique certains mouvements apparents.

Toutes les fois que l'on a tenu ses regards fixés pendant longtemps sur les ondes d'une eau courante et qu'on les reporte tout à coup sur le sol, celui-ci semble se mouvoir, mais en sens inverse.

Les images consécutives peuvent être rapportées à trois classes :

1° Images consécutives incolores d'images dépourvues elles-mêmes de couleur.

2° Les images consécutives colorées d'images incolores.

3° Images consécutives colorées d'images également colorées.

1° *Images consécutives incolores après des images incolores.* — Les images consécutives pures d'objets blancs ou brillants sont aussi brillantes ou blanches ; celles des objets obscurs sont également obscures. Ainsi l'image consécutive d'une lumière mue avec rapidité est lumineuse : cependant l'éclairage des images peut, en

certaines circonstances, se renverser dans l'image consécutive ; de telle sorte que ce qui est lumineux devient noir et réciproquement. Cette inversion a lieu toutes les fois que l'image consécutive d'un objet brillant a été vue sur un fond clair, lorsqu'on ne ferme pas les yeux, et que, pour observer l'image consécutive, on fixe ses regards sur une paroi blanche. De là vient qu'après avoir regardé le soleil, on aperçoit une tache noire ou grise sur un mur blanc, et une tache blanche sur un espace tout à fait obscur. Il est facile de donner l'explication de ce phénomène.

Le point de la rétine qui a vu de la clarté conserve encore de l'excitation, et celui qui a vu du noir est, au contraire, tranquille et beaucoup plus irritable. Si dans cet état on reporte l'œil sur une paroi blanche, la lumière de la paroi produit une impression bien plus faible sur les points irrités de la rétine que sur ceux qui étaient demeurés tranquilles et qui ont conservé plus d'irritabilité. De là vient que le point tranquille de cette membrane, qui avait vu du noir auparavant, aperçoit la paroi blanche beaucoup plus claire que le point qui avait vu de la lumière ; de là aussi le renversement des images consécutives. Des phénomènes analogues ont lieu par l'effet d'un changement subit de la clarté et de l'obscurité dans le champ visuel tout entier. En sortant des ténèbres, la grande irritabilité de la rétine fait que nous voyons tout très éclairé, et en passant d'un lieu très éclairé dans un autre médiocrement obscur, nous ne distinguons les objets que lorsque la rétine est mise en repos. Un caractère général et qui appartient à toutes les images consécutives, c'est que ces images apparaissent là où se trouve la rétine et changent de place à chaque mouvement de l'œil.

2° *Images consécutives colorées après des images incolores.* — Quand la rétine a été fortement impressionnée par une clarté comme la lumière du soleil, l'image consécutive ne paraît pas seulement claire sur un fond noir, ou noire sur un fond clair ; la rétine, en revenant à l'état de repos, passe par divers états successifs dont chacune donne lieu à des sensations de couleurs, comme si elle était impressionnée par un objet du dehors ; seulement ces sensations sont subjectives, c'est-à-dire dues à un état de la rétine du sujet qui sent et non plus à un objet qui l'impressionne. Ces couleurs subjectives se continuent jusqu'à ce que la rétine soit revenue aux conditions ordinaires, et ces couleurs correspondent chacune aux divers états que la rétine parcourt depuis le moment de l'éblouissement jusqu'à son retour au repos. Dans l'image sombre du soleil sur un fond clair, les couleurs se succèdent de la plus foncée à la plus claire, dans l'ordre suivant : noir, bleu, vert, jaune, blanc. Leur apparition commence sur le bord ; quand l'image consécutive

est devenue blanche, on ne la distingue plus de la paroi blanche, c'est-à-dire que ce point de la rétine voit alors la paroi blanche de la même manière que tous les autres points de la rétine qui n'ont pas été éblouis. Si l'œil se reporte du soleil dans l'obscurité, la succession des couleurs est du blanc au noir, des couleurs les plus claires aux plus sombres. Lorsque l'image consécutive a passé du blanc au noir, on ne la distingue plus du fond noir ; c'est-à-dire que ce point de la rétine est devenu aussi tranquille que tous ceux qui n'avaient point été irrités auparavant. Ces phénomènes, qu'on ne saurait expliquer par des causes objectives, sont une preuve évidente que les couleurs ont leurs causes intérieures dans les états de la rétine elle-même ; qu'elles sont dues à la *perception* d'un état particulier ou *impression* des éléments anatomiques de la rétine.

3° *Images consécutives colorées après des images colorées.* — Les images consécutives à des images objectives colorées sont toujours colorées elles-mêmes, mais jamais elles ne reproduisent la couleur objective. Elles offrent toujours la teinte complémentaire de la couleur primitive : ainsi l'image consécutive du rouge est verte ; celle du vert, rouge ; celle du jaune, violette ; celle du violet, jaune ; celle du bleu, orangée ; celle de l'orangé, bleue. Si l'on regarde pendant longtemps un champ d'un rouge vif sur un fond blanc et qu'ensuite on détourne tout à coup le regard de côté sur le champ même, l'image consécutive du carré apparaît sous la même forme et les mêmes dimensions, mais verte. Si l'on ne détourne qu'un peu le regard, qu'on le fasse porter, par exemple, sur le côté de l'image objective, celle-ci et l'image consécutive se couvrent en partie ; mais une partie de l'image objective est libre, de même qu'une partie de l'image consécutive : cette dernière apparaît comme une bordure verte sur un des côtés de l'image objective. Là où les deux images se superposent, la couleur de l'image objective existe, mais tirant sur le gris, parce qu'en cet endroit la rétine est plus émoussée pour le rouge par l'image consécutive verte, que ne l'est la portion libre de l'image objective reposant sur une partie de la rétine qui voyait le fond blanc avant qu'on détournât le regard. Ce phénomène peut s'expliquer par la physique et la physiologie.

Explication physique. — Cette explication est due à de Laplace, l'auteur de la *Mécanique céleste*. La lumière blanche renferme toutes les couleurs à la fois. Lorsque la rétine se détourne d'une image objective rouge, elle est émoussée par les sensations causées par la lumière rouge, mais susceptible encore de sentir les autres lumières colorées. La reporte-t-on ensuite sur une paroi blanche,

son émoussement par le rouge ne lui permet plus de sentir le rouge contenu dans la lumière de la paroi, mais ne l'empêche pas d'apercevoir les autres couleurs, c'est-à-dire les couleurs complémentaires du rouge ou le vert. Suivant cette manière de concevoir les choses, dit de Laplace, la sensation du rouge décompose celle de la blancheur, et tandis que les actions des rayons homogènes rouges s'unissent ensemble, l'action des rayons hétérogènes, qui se trouve dégagée de la combinaison blanche, produit son effet séparément, c'est-à-dire la sensation du vert. Mais, ajoute M. Chevreul, cette explication pêche en ce qu'elle admet implicitement comme une nécessité, que la couleur sur laquelle on reporte la vue modifie l'impression ou couleur du premier temps de l'expérience et occupe une étendue plus grande que cette couleur qui est modifiée, ce qui n'est pas.

Explication physiologique. — La vue d'une des trois couleurs principales n'est qu'un des états auxquels la rétine tend dans l'état d'irritation. Si l'art excite cet état, la rétine se trouve au maximum de tendance à la couleur complémentaire qui, par conséquent, apparaît dans l'image consécutive. En d'autres termes, l'explication de Scherfer qui, le premier, en a donné une en 1754, est que la rétine fatiguée par la première impression ne sent point une impression plus faible de même espèce qui lui succède, et revient graduellement au repos, tandis que les parties non fatiguées la perçoivent; ou encore la rétine fatiguée d'une couleur est disposée par là à recevoir une impression plus forte; fatiguée du bleu elle est disposée à recevoir l'orangé qui est complémentaire.

Quant à l'explication physique, les faits lui ôtent sa probabilité, car si la paroi blanche est la cause de l'image consécutive colorée, la couleur complémentaire ne doit plus apparaître sur un fond obscur. Or l'image consécutive d'une couleur est toujours complémentaire dans ce cas, elle demeure telle quand on regarde dans un espace totalement obscur. Tous les hommes ne sont pas également accessibles aux phénomènes des images consécutives colorées; il s'en trouve auxquels on a de la peine à les montrer, tandis que d'autres les voient sur-le-champ. Mais lorsqu'on les a une fois observées, on parvient à les faire renaître avec une grande facilité. La plupart des hommes connaissent peu les images consécutives, faute d'attention. Une fois cependant qu'on les connaît, on en est poursuivi jusqu'à la fatigue. Ici se rangent les bordures claires des objets pendant le crépuscule et les apparentes lueurs qui entourent quelquefois les objets et qui sont devenus un mystère pour certains hommes. Celui que le fanatisme fait tomber en extase

devant une image peut en voir l'image consécutive partout où il tourne ses regards.

Il y a, comme on l'a vu, contraste entre les images subjectives ou états successifs de la rétine perçus après la disparition de l'objet qui a réellement impressionné celle-là, et les images dues à cette première impression objective. Aussi, M. Chevreul a-t-il donné le nom de *contraste successif des couleurs* à ces phénomènes. Buffon est le premier qui, en 1743, se soit occupé de cet ordre de faits en même temps que des *phosphènes*. Scherfer, en 1753, fut le premier qui donna de la précision à l'étude de ces phénomènes en démontrant qu'une couleur donnée produit une couleur subjective ou accidentelle consécutive, qui est la complémentaire de la première. Toutes ses expériences présentent ce résultat que la partie de la rétine qui dans le premier temps de l'expérience est frappée d'une couleur donnée, voit dans le second temps la complémentaire de cette couleur, et cette nouvelle vision est indépendante de l'étendue de l'objet coloré relativement à celle du fond sur lequel il est placé, ou plus généralement des objets qui peuvent entourer le premier. Mais M. Chevreul est le premier qui, en 1828, ait distingué le *contraste successif* du *contraste simultané* bien plus important, dont il va être question.

Influence réciproque des divers états de la rétine les uns sur les autres, ou physiologie du contraste des couleurs.

Outre les modifications successives que présente sur un même point la rétine primitivement impressionnée par un objet, on peut reconnaître que les diverses parties ont entre elles certains liens en vertu desquels l'état d'une de ces parties influe sur celui d'une autre, et l'image qui se peint sur l'une peut être modifiée en plus ou en moins par celle qui se peint sur l'autre, ce qui constitue le contraste offert par ces deux couleurs. Beaucoup de phénomènes considérés jusqu'ici comme différents peuvent s'expliquer par la même cause. Lorsque deux impressions opposées ont lieu à la fois dans une image, l'une influe sur l'autre en certaines circonstances. Si l'image représente à moitié un de ces états et à moitié aussi l'autre, l'action n'a point lieu, car les deux moitiés se font pour ainsi dire équilibre l'une à l'autre. Mais si l'une des impressions n'occupe qu'une petite partie de la rétine, et que l'autre occupe la plus grande partie de cette membrane, il peut arriver, quand on contemple très longtemps la première, qu'elle se répande sur la membrane entière et fasse disparaître la petite image opposée, à la place de laquelle apparaît alors l'illumination du fond. Les par-