

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON

1883

Année 1916

(NOUVELLE SÉRIE)

TOME SOIXANTE-TROISIÈME

LYON

H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR

36, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU

MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

1917

LA

FIXITÉ DES IMAGES RÉTINIENNES

ET SES CONSÉQUENCES

PAR

E.-M. LÉMERAY

I

Pour expliquer la vision par images rétiniennes renversées, Buffon admettait que nous voyons d'abord les objets renversés et que le toucher et l'habitude nous apprennent à les redresser.

Pour Helmholtz (1), le sens du toucher est aussi l'éducateur nécessaire du sens de la vue. Deux excitations identiques de deux points rétiniens différents produisent des sensations qui diffèrent par un caractère de nature inconnue, qu'Helmholtz appelle le « signe local ». A l'aide de nos autres sens, notamment du toucher avec la main, nous avons maintes fois constaté qu'à un signe local donné, correspond un objet situé dans une direction déterminée. Par suite de l'exercice, le contrôle devient inutile. L'éducation de la vue est alors achevée.

Hering (2) ramène les jugements à des propriétés innées de l'appareil optique (hypothèse nativiste).

Béclard (3) émet l'idée que les objets sont vus droits, parce que nous voyons chacun de leurs points suivant une direction définie par ce qu'il appelle la « projection » des rayons qui impressionnent la rétine ; l'impression a lieu, grâce à la trans-

(1) Helmholtz, *Physiologie optique*.

(2) Hering, *Beiträge Physiol.*, 1862.

(3) Béclard, *Traité élémentaire de Physiologie humaine*, 6^e édit., p. 853.

parence de la rétine, dans toute l'épaisseur de celle-ci, suivant une ligne qui indique la direction.

Beaunis (1) se rallie à l'opinion de Bécлар.

Frédéricq et Nuel (2) admettent l'explication de Helmholtz. La question n'est pas abordée dans le *Traité de Physique biologique* de MM. d'Arsonval, Chauveau, Gariel et Marey, non plus que dans les volumes déjà parus du *Traité de Physiologie* de MM. Morat et Doyon.

Les ouvrages de physique anciens ou plus récents (Daguin, Desains, Jamin-Bouty, Bouasse, Chwolson) ne traitent pas la question ou admettent l'opinion de Helmholtz.

La forme sous laquelle Desains (3) présente la difficulté doit être rapportée : « Pour regarder un point, nous tournons vers lui l'axe de l'œil, c'est-à-dire la droite qui passe par le centre optique, le centre de la pupille et celui de la cornée transparente. De là, résulte que nous sommes *obligés* de relever l'axe de l'œil pour voir le haut des objets, de l'abaisser pour voir leur partie inférieure et, cela, *quoique* les images soient renversées sur la rétine. »

En laissant de côté l'hypothèse nativiste, on se trouve en présence de l'explication de Helmholtz et de celle de Bécлар (hypothèse de la projection).

La plus fréquemment rapportée est la première ; mais comme beaucoup de Traités restent muets sur cette question, on peut penser que la théorie de Helmholtz est loin d'entraîner l'assentiment. Il faut, du reste, remarquer qu'elle serait encore valable si les images se faisaient dans une direction quelconque, par exemple à angle droit. Elle signifie, au fond, que l'animal s'arrange toujours pour tirer le meilleur parti possible de ses sensations, même les plus défectueuses. C'est, sans doute, là une vérité d'ordre général ; mais il faut éviter d'en faire un usage abusif.

Quant à l'hypothèse de Bécлар, elle ne peut être acceptée, pour une raison physique. Bécлар attribue, en effet, aux rayons *lumineux* une propriété qui appartient en réalité aux axes opti-

(1) Beaunis, *Traité de Physiologie humaine*, 1888, t. II, p. 563.

(2) Frédéricq et Nuel, *Éléments de Physiologie humaine*, 1888, 2^e partie, p. 301.

(3) Desains, *Leçons de Physique*, 1865, t. II, p. 266.

ques secondaires ; dans la vision, ceux-ci se confondent avec la rayons *visuels*.

C'est l'axe optique secondaire correspondant à un point extérieur qui caractérise la direction de ce point. La confusion est sans importance dans certains cas. Dans d'autres, elle conduit à une erreur. Il peut arriver, en effet, qu'aucun rayon ne coïncide avec l'axe optique secondaire correspondant à un point ; cet axe n'est alors le lieu d'aucun phénomène physique, et cependant la direction peut être déterminée.

Considérons (fig. 1) une lentille convergente mince, achromatique, donnant, d'un point A, une image réelle A'. L'axe

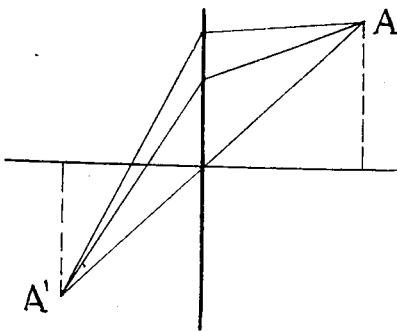


FIG. 1.

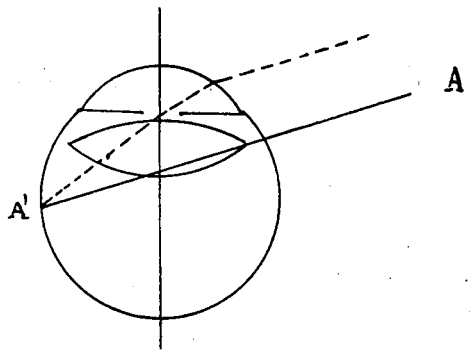


FIG. 2.

secondaire est la droite AA' ; il passe par le centre optique de la lentille. Au lieu d'employer toute la surface, diaphragmons de manière à n'utiliser qu'un faisceau de rayons *ne passant pas par le centre*. Rien n'est changé à l'image, sauf son intensité ; or, aucun rayon ne coïncide avec l'axe secondaire, cependant cet axe reste déterminé ; il en est, par suite, de même pour la direction.

Dans le cas de l'œil nu (fig. 2), il en est de même, non pour les rayons voisins de l'axe optique principal (fovea-pupille), mais pour ceux qui proviennent de sources dont la direction fait un grand angle avec cet axe. C'est grâce à eux que le champ est étendu. Par suite de la position de la cornée transparente en avant de la pupille et de sa courbure prononcée, ces rayons subissent une forte déviation, qui leur permet de passer par la pupille et, après avoir traversé le cristallin et la chambre

interne, d'atteindre la rétine ; ils arrivent ainsi dans une direction notablement différente de la direction de la source. Si donc, par leur trajet dans l'épaisseur de la rétine, ils indiquaient la direction, cette indication serait erronée.

II

Un fait connu va bientôt nous permettre de montrer qu'il n'y a aucun redressement à faire ; que le toucher, pour utile qu'il puisse être et même nécessaire dans certains cas (acquisition, par exemple, de la notion de profondeur dans le sens des rayons visuels), n'a pas été, dans le cas qui nous occupe, l'éducateur indispensable du sens de la vue.

La considération des images droites et des images renversées facilite l'éclaircissement du sujet.

Pour la clarté, il faut distinguer deux questions :

1° *Par quel processus l'animal connaît-il, d'après l'impression rétinienne, la direction d'un point non situé sur l'axe optique principal ?* (axe fovea-pupille dans le cas de l'œil simple). Cette question — d'ordre physiologique proprement dit — se pose aussi bien pour les images droites que pour les images renversées. *Ce n'est donc pas la question propre.*

2° *Quelles sont, au point de vue de l'orientation des images, les conditions physiques et géométriques de leur formation ? Quelles différences y a-t-il, à cet égard, entre les images droites et les images renversées ?*

C'est la question propre ; car, demander comment il se fait que nous voyions les objets droits, alors que leurs images sont renversées, c'est sous-entendre que l'on comprendrait sans peine la vision droite dans le cas des images droites. Comme, en outre, cette question est d'ordre physique, par suite, plus facile à analyser, c'est celle qu'il faut d'abord s'efforcer de résoudre.

IMAGES DROITES. — Les images droites sont réalisées dans les yeux composés (images droites par juxtaposition de Exner) (1).

(1) P. Maréchal, *Physiologie des Insectes* (*Dict. de Physiol. de Ch. Richet*).

L'ensemble, formé par les surfaces nerveuses impressionnées, affecte une forme *convexe* (fig. 3) ; l'écran ainsi constitué reçoit l'impression lumineuse *avant* le croisement des axes optiques secondaires correspondant aux divers points des objets

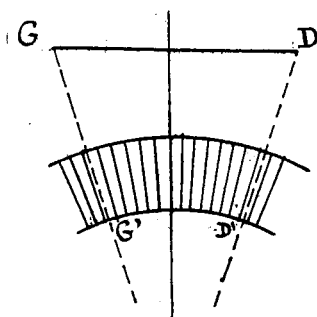


FIG. 3.

extérieurs et dont deux seulement GG' et DD' sont représentés. Pour voir nettement un objet dont il perçoit vaguement l'existence à gauche, par exemple, l'animal porte à gauche l'extrémité antérieure d'un axe antéro-postérieur (axe de l'œil, si celui-ci est mobile ; axe de la tête, dans le cas contraire).

IMAGES RENVERSÉES. — Dans l'œil simple (fig. 4), la rétine

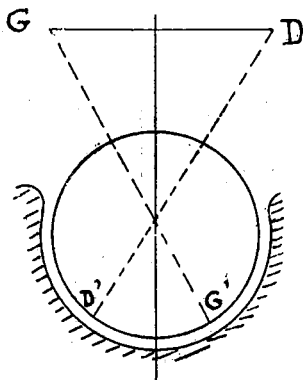


FIG. 4.

est *concave* ; elle reçoit l'impression *après* croisement des axes optiques secondaires, tels que DD', GG'. Or, pour voir nettement, voir au sens propre, un objet situé à gauche, nous portons aussi à gauche l'extrémité antérieure (pupille) de l'axe

principal (fovea-pupille). Le mouvement de *rotation* de l'appareil optique est le même dans les deux cas. C'est cette identité des sens de rotation qu'il faut expliquer. La rotation de l'œil simple se fait de manière que la pupille soit dirigée vers l'objet extérieur ; cela a lieu grâce au renversement de l'image et non malgré ce renversement, comme le pensait Desains.

La raison en est la suivante :

Si la tête et l'objet restent fixes, l'image reste fixe quand l'œil tourne dans l'orbite.

Tel est le fait essentiel sur lequel va reposer l'explication cherchée.

On démontre en optique et l'on vérifie expérimentalement que si, laissant fixe le centre d'une lentille convergente, on fait varier l'inclinaison de l'axe principal, l'image réelle qu'elle fournit d'un objet fixe, *ne se déplace pas dans l'espace*. Cette image devient toutefois mauvaise dès qu'il y a un écart notable avec la position correspondant à l'optimum. L'œil jouit de la même propriété et est bien supérieur à la lentille pour la netteté des images obtenues obliquement. Cette propriété se vérifie au moyen de l'œil réduit artificiel.

Pour comprendre comment cela conduit à l'explication cherchée, il faut dégager maintenant le sens précis de certaines locutions usuelles. Pour l'observateur extérieur, les seules choses visibles sont l'objet, d'une part ; de l'autre, l'extrémité, pupille et cornée, de l'œil qu'il observe ; mais cet objet et cette pupille jouent des rôles secondaires. L'image et la fovea, qui sont cachées, ont les rôles essentiels.

Diriger l'œil vers un point extérieur, veut dire : amener la fovea au lieu fixe où se fait l'image de ce point. Il suffit de considérer ce cas, car on y ramènerait ceux où la tête et l'objet se déplacent. On voit que : *regarder en détail un objet fixe, c'est déplacer le globe oculaire dans l'orbite, de manière que la fovea explore toute les parties de l'image fixe, afin que ces parties soient successivement vues au sens propre.*

L'explication est maintenant immédiate. Reportons-nous à la figure 4, l'objet GD et la tête sont supposés immobiles. Admettons que l'œil regarde d'abord le point D, la fovea est en D', c'est-à-dire à gauche ; pour qu'ensuite le point G soit vu,

il faut que la fovea soit transportée en G' , c'est-à-dire à droite ; la pupille est donc portée à gauche.

Attribuons aux rétines et aux images les signes suivants :

Aux rétines convexes le signe $+$, aux rétines concaves le signe $-$;

Aux images droites le signe $+$, aux images renversées le signe $-$;

Faisons maintenant, pour chaque cas, le produit du signe de la rétine par le signe de l'image qu'elle fournit ; nous trouvons, dans les deux cas, le même signe, le signe $+$. Il n'y aurait de redressement à faire dans le second cas, que s'il fournissait un signe contraire à celui du premier.

La réponse à la deuxième question, c'est-à-dire à la question propre, peut se formuler ainsi : il n'y a pas de différence entre les deux genres de vision en ce qui concerne les mouvements à faire, qui sont des *rotations* : les lois élémentaires de l'optique rendent compte de cette similitude en même temps que de la compatibilité du renversement des images avec ce qu'on est convenu d'appeler la vision droite.

Concordance avec les mouvements des membres.

Grâce à cette compatibilité, il y a concordance entre les mouvements de l'œil qui regarde et du bras qui désigne. Au point de vue du mouvement, les globes oculaires sont analogues à deux membres ; la commande de leurs mouvements par des muscles est bien différente, mais il n'y en a pas moins une grande analogie ; dans les deux cas, il y a articulation, c'est-à-dire déplacement par *rotation*.

L'œil simple convexe, mobile dans l'orbite, est à rapprocher de l'articulation du type épaule dont la figure 5 donne le schéma. Quand le bras se déplace de droite à gauche pour désigner l'objet vu, la tête *convexe* de l'humérus s'oriente dans l'omoplate concave ; son axe y trace une image *renversée* du trajet de la main (fig. 5).

Nous pouvons trouver aussi des images droites dans d'autres cas. En ce qui concerne l'articulation du coude, portons notre attention sur le cubitus et l'humérus. Si celui-ci est supposé fixe (fig. 6) et si l'on veut désigner un objet situé à gauche, le cubitus concave tourne autour de l'humérus convexe ; son axe y tracerait une image droite du trajet de la main.

Ainsi, dans tous les cas, il y a, dans l'exemple choisi, transport

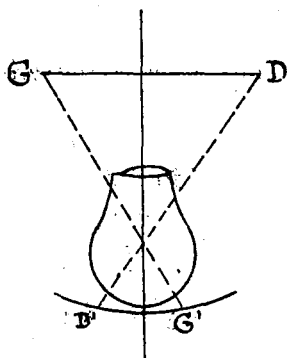


FIG. 5.

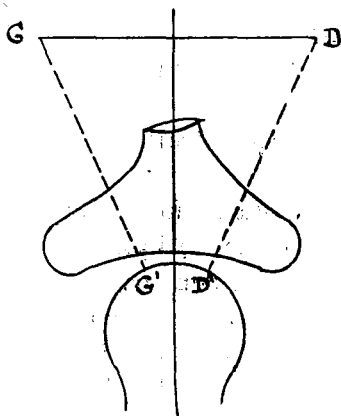


FIG. 6.

à gauche de l'extrémité antérieure d'un axe antéro-postérieur.
Toutes les rotations sont de même signe.

III

Bien que ce qui fait l'objet propre de cette communication soit terminé, peut-être nous sera-t-il permis d'ajouter quelques réflexions qui semblent indiquer la possibilité de trouver une voie pour répondre à la première question, sans faire appel à quelque postulat nouveau. Désirant limiter au nécessaire la discussion, nous n'entrerons pas dans le terrain physiologique proprement dit. Nous montrerons seulement que la question qui nous occupe n'est pas isolée et se rattache à une question d'ordre général, dont la solution est du domaine physiologique.

D'abord, que signifient les locutions : voir un point, voir un objet ? Un objet se compose, en général, d'une infinité de points, ou, plutôt, d'un nombre très grand de régions très petites que nous appellerons points.

Examinons le cas d'un objet réduit à deux points. Nous le réaliserons en perceant dans un écran opaque deux petits trous éloignés, de manière que les rayons visuels qu'ils déterminent fassent entre eux un grand angle : 50 degrés par exemple. Pla-

cons derrière l'écran une source de lumière diffuse. Regardons fixement l'une des sources ponctuelles ainsi formées ; elle est vue et vue au sens propre *par définition* du mot voir.

L'autre est vue au sens impropre. Alors que signifie : voir au sens impropre un point dont l'image est éloignée de la fovea ?

De la réponse que nous ferons, dépendra la réponse à la première question. D'abord, il y a quelque chose de commun dans les deux sensations. Le point de la rétine qui reçoit l'impression due à la seconde source fournit aussi une sensation de lumière. Mais il y a une différence. En quoi consiste-t-elle ? On répondra que ce sont les directions qui diffèrent. C'est justement ce qui mène à la première question. Comment connaissons-nous la direction de la seconde source par rapport à la première ?

Admettons que *cette connaissance est identique à la présentation des mouvements à donner au globe oculaire pour que la seconde source soit vue au sens propre*, c'est-à-dire pour que la fovea soit amenée au point fixe où se peint son image.

On peut être porté à contester cette interprétation dans le cas où les deux sources sont très voisines et constituent un objet petit. Mais alors, il faut la contester aussi dans le cas où elles sont très éloignées, car le mot voir est de plus en plus impropre à mesure qu'on parle de régions de plus en plus éloignées de la fovea. Il y a continuité dans l'impropriété du mot voir.

Si l'on admet cette interprétation, il est alors aisé de montrer (et cela en est un avantage appréciable) que la question à laquelle nous cherchons une réponse se réduit à n'être plus qu'un aspect d'une question plus générale ; qu'elle sera résolue en même temps que celle-ci.

Pour cela, examinons un second cas particulier, celui des sensations tactiles. A leur sujet, se pose la question suivante :

Des sensations tactiles sont provoquées sur certaines parties de notre surface cutanée par le contact de corps extérieurs dont ces parties nous révèlent médiocrement les détails de structure. Pour avoir une perception plus nette, nous substituons notre main, région privilégiée, à l'une des parties d'abord excitées. — Comment se fait-il que nous connaissons d'avance la na-

ture et l'amplitude des efforts que doivent développer les muscles des membres pour que notre main soit substituée à la région que nous aurons choisie ?

Or, on peut considérer la fovea comme étant à la surface rétinienne totale, pour la netteté des perceptions visuelles, ce que la main est à la surface cutanée totale, pour la netteté des perceptions tactiles. Dans l'énoncé précédent, remplaçons les mots de la colonne T du tableau suivant par ceux de la colonne V.

	T	V
Excitation par	contact	rayonnement
Surfaces sensibles	cutanée	rétinienne
Régions privilégiées	main	fovea
Perceptions	tactiles	visuelles
Parties mobiles.	membres	œil

Nous obtenons l'énoncé suivant :

Des sensations visuelles sont provoquées sur certaines parties de notre surface rétinienne par le rayonnement de corps extérieurs dont ces parties nous révèlent médiocrement les détails de structure. Pour avoir une perception plus nette, nous substituons notre fovea, région privilégiée, à l'une des parties d'abord excitées. — Comment se fait-il que nous connaissions d'avance la nature et l'amplitude des efforts que doivent développer les muscles de l'œil pour que notre fovea soit substituée à la région que nous aurons choisie ?

Cette comparaison semble bien montrer que les deux questions sont des aspects d'une question générale et qu'une solution physiologique valable pour l'une le sera aussi pour l'autre.

Il y a naturellement une différence en ce qui concerne les conditions de réception en une région privilégiée. L'œil, en se mouvant, ne se déforme sensiblement pas ; l'image d'un point n'affecte qu'un point déterminé de la rétine. Le corps, au contraire, est déformable ; si nous sommes touchés, par exemple, à la poitrine, nous pouvons amener la main de manière à palper l'objet extérieur, venu au contact, sans écarter de cet objet la partie touchée d'abord. L'analogie serait plus complète, si nous déplaçons l'ensemble du corps sans le déformer et de manière que, l'objet restant immobile, le point de contact soit amené

successivement à l'épaule, au bras, puis à la main. Mais cette différence est d'ordre secondaire et n'atteint pas ce qu'il y a d'essentiel dans le rapprochement que nous venons de faire entre les deux ordres de perceptions.

On peut donc conclure que :

1° En ce qui concerne la question propre, les lois élémentaires de l'optique expliquent la fixité des images rétiniennes, d'où résulte la compatibilité du renversement des images avec la « vision droite » ;

2° En ce qui concerne la première question, relative aux perceptions visuelles, elle se rattache à des questions d'ordre plus général qui comportent une solution physiologique commune.