

## Questions stéréoscopiques Anomalies de la vision binoculaire

L'Institut d'optique a pris l'initiative de « Réunions », permettant aux personnes qui s'intéressent à l'optique de se rencontrer et d'échanger leurs idées.

La première de ces réunions a eu lieu le 10 janvier dernier, à l'amphithéâtre de Physique de la Sorbonne, sous la présidence de M. Charles FABRY, Directeur général de l'Institut d'Optique, Membre de l'Institut. Elle a eu pour objet, diverses questions relatives à la vision binoculaire.

Parmi les communications qui ont été présentées, nous relevons la suivante, qui a été faite par M. Armand DE GRAMONT, Président du Conseil de l'Institut d'Optique, sur l'emploi de la vision binoculaire pour le repérage d'une direction.

L'appareil présenté par M. DE GRAMONT se compose de deux lunettes disposées à l'écartement des yeux de l'observateur. Dans l'une des lunettes, il peut, avec l'un de ses yeux, viser un sujet, qui contient la ligne dont on veut repérer la direction (par exemple, mât d'un navire à grande distance, ou ligne d'horizon, donnée par la mer, ou toute autre analogue). Dans l'autre lunette, avec l'autre œil, il voit un fil orientable, par la manœuvre d'un dispositif approprié. On peut, au moyen d'un autre dispositif, rapprocher l'image de ce fil, de l'image de l'objet dont on veut repérer la direction.

D'une série d'essais faits par plusieurs observateurs différents, on a pu tirer des conclusions qui concordent d'ailleurs, avec celles que HELMHOLTZ expose dans son *Optique Physiologique* à propos d'expériences analogues. Les erreurs sont toujours telles que les images des directions (objet et fil), alors qu'elles paraissent parallèles, convergent en réalité vers le haut, quand elles sont verticales. L'angle de convergence varie de 1 à 5 degrés environ, selon l'observateur. Il semble que chaque observateur ait une erreur systématique personnelle, que l'on peut corriger dans une certaine mesure. Si la direction cherchée est sensiblement horizontale, les erreurs sont très inférieures (1 degré en moyenne). L'explication du phénomène paraît assez difficile à donner. Peut-on dire que nous avons l'habitude de considérer comme parallèles les lignes verticales des constructions qui nous entourent, lesquelles nous dominent généralement et qui, en conséquence, convergent vers le haut au point de vue perspectif ? Nos yeux seraient-ils par là, entraînés à voir faux ?

M. L. BULL, Sous-Directeur de l'Institut Marey, dit qu'il serait peut-être intéressant, tout au moins au point de vue physiologique, de faire quelques expériences sur un même observateur, en modifiant l'inclinaison de l'appareil à deux lunettes, obligeant ainsi l'observateur d'incliner son regard vers le bas ou vers le haut. On sait, lorsqu'on lève ou qu'on abaisse le regard, que les yeux exécutent, en plus, *un petit mouvement* plus ou moins sensible de *rotation, autour de l'axe visuel*. Je pense qu'il est possible que cette rotation puisse modifier en une certaine mesure l'erreur personnelle relevée sur les différents observateurs<sup>1</sup>. On connaît cette expérience, d'ordre physiologique. Si on regarde à l'œil nu, une vue du bâtiment élevé, prise, comme on est parfois obligé de le faire, en inclinant l'appareil photographique vers le haut : dans ces conditions, les lignes verticales ne sont plus parallèles mais convergent vers le haut de la plaque. Et si on regarde le cliché dans le stéréoscope, on perçoit encore cette déformation lorsqu'on tient l'instrument horizontal. Mais si on incline le stéréoscope vers le haut, de façon à être obligé de lever le regard, la déformation semble disparaître complètement et les murs deviennent verticaux.

M. FABRY : Le phénomène dont nous a parlé M. DE GRAMONT, bien que facile à observer, est peu connu. Il n'était pas inutile d'attirer sur lui l'attention, car il peut donner lieu à des erreurs importantes. Pour ma part, je l'avais découvert, avant de m'apercevoir qu'il était décrit dans *l'optique physiologique* de Helmholtz, dans les circonstances suivantes :

On a parfois dans une lunette qui vise horizontalement à rendre vertical un fil de réticule. Pour cela, j'avais eu l'idée bien simple de regarder d'un œil, par exemple de l'œil droit, dans la lunette, tandis que le gauche était ouvert et voyait directement les objets placés plus loin. J'amenais le fil à avoir la même direction apparente qu'une ligne verticale vue à l'œil nu, par exemple un montant de porte. L'opération, faite avec soin, paraissait ne comporter aucune incertitude et devait, semble-t-il donner une bonne précision. Je m'aperçus bientôt que le fil, ainsi placé, était en réalité incliné de 4 à 5 degrés sur la verticale. D'ailleurs, si après avoir fait le réglage

---

<sup>1</sup> Cette rotation des yeux autour de l'axe visuel ne pourrait-elle pas être à la base de l'erreur d'appréciation constatée chez les divers observateurs ? (N. D. L. R.)

indiqué avec un œil, on permutait avec l'autre œil, de manière à regarder dans la lunette avec l'œil gauche et à l'œil nu avec le droit, on observait un désaccord énorme (8 à 10 degrés) entre les deux directions.

Je crois que le phénomène dont nous parlons, est, pour mes yeux, particulièrement important. Je peux le mettre en évidence, sans aucun appareil, de la manière suivante : je prends deux tiges cylindriques minces, par exemple deux crayons, que je tiens verticaux, un dans chaque main, à environ cinquante centimètres de mes yeux, dont les axes sont sensiblement horizontaux. Mon regard étant fixé, sur un point éloigné, pour n'avoir pas de convergence, je vois double chacun des objets, et en faisant varier la distance entre les crayons, je peux mener l'image gauche du crayon de droite à se juxtaposer à l'image droite du crayon de gauche. Faisant tourner légèrement l'un des crayons, j'arrive à amener les deux images à être, en apparence, parallèles. Si, à ce moment, je ferme un œil, je m'aperçois que les crayons ne sont pas parallèles, mais convergent nettement vers le bas

Il me paraît très probable que les mouvements de rotation des yeux jouent un rôle dans ces phénomènes. Peut-être faut-il en rapprocher le résultat de la petite expérience suivante. Les deux yeux étant ouverts et regardant les objets éloignés, il est facile par un mouvement rapide de la main placée devant les yeux sans les toucher, de cacher alternativement l'œil droit ou l'œil gauche, sans qu'à aucun moment, les deux yeux aient la possibilité de s'accorder pour régler leurs convergences et leurs torsions. On constate alors que les deux images ne coïncident ni horizontalement, ni en hauteur, ni même en orientation.

Je signalerai encore le fait suivant qui est, peut-être, en relation avec les mêmes phénomènes, mais dont je ne vois pas clairement l'explication. Pour bien fusionner une vue stéréoscopique, il m'est commode d'incliner légèrement la ligne des points homologues correspondants, par rapport à la ligne des centres optiques des oculaires. A vrai dire, cette condition ne m'est pas indispensable : mais si je suis libre de faire tourner légèrement la vue dans son plan et que je cherche le maximum de confort, je la trouve toujours légèrement inclinée, et toujours dans le même sens. J'ai d'ailleurs un relief stéréoscopique accentué et j'ajouterai que j'ai une vue normale, sans astigmatisme et sans strabisme. J'avais autrefois une accommodation normale : je suis, naturellement, devenu presbyte et légèrement hypermétrope, mais j'ai l'impression que depuis quarante ans, les *phénomènes de torsion* dont nous parlons ne se sont pas modifiés ou accentués.

M. le Commandant HURAUULT : Dans les expériences qui viennent d'être décrites, chaque œil de l'observateur observe une ligne ou une figure différente, dont le dessin n'est pas assimilable à celui des deux moitiés d'un stéréogramme normal. L'observateur cherche à associer deux lignes données de ces figures, de manière à avoir une impression de parallélisme ou de superposition. Cette opération mentale n'a rien de commun avec l'opération de la *vision binoculaire*, laquelle procure la sensation d'un objet unique s'étendant en profondeur, mais ne se produit que si les dessins des deux moitiés du stéréogramme répondent à certaines conditions géométriques bien connues.

Or, l'expérience m'a montré que pour réaliser artificiellement dans un instrument, une *vision binoculaire aisée*, donnant l'impression de la vision binoculaire *naturelle*, il faut réaliser un réglage très précis de la rotation des deux moitiés du stéréogramme dans leur plan et qu'on ne pourrait tolérer aucune des erreurs systématiques de rotation mesurées par M. DE GRAMONT. La position correcte est celle qui a pour effet d'obtenir que, comme dans la vision naturelle les rayons issus des points homologues se rencontrent dans l'espace (ou soient parallèles). Par exemple, si le stéréogramme représente des droites situées dans un plan de front, et dont les images sont rejetées à l'infini, les plans de visée contenant chaque droite, correspondant à l'œil droit et à l'œil gauche, doivent être respectivement parallèles. La tolérance admissible est faible, de l'ordre de 1 degré, variable d'ailleurs selon l'amplitude du champ embrassé.

Ce résultat rapproché de celui signalé par M. DE GRAMONT montre que l'état d'équilibre des muscles oculaires n'est pas le même lorsque chaque œil est placé en vision monoculaire ou lorsque les deux yeux sont placés en vision binoculaire. Ceci n'a rien de surprenant. En effet, dans la vision monoculaire, l'œil est dirigé par ses muscles moteurs, sans que le cerveau formule d'exigence sur la position exacte du globe oculaire dans le sens rotation autour de l'axe optique. Il n'en va pas de même dans la vision binoculaire, où un effort particulier est sans cesse demandé aux muscles moteurs, de chacun des deux yeux, à mesure que l'observateur explore et palpe le champ, de façon à amener sans cesse les axes de fixation à passer par le point examiné ! Dans ce mouvement, la rotation de chaque globe autour de l'axe optique n'est pas indifférente, par suite de l'existence des *points correspondants de la rétine*, pour que se produise la vision du relief.