

FEUILLES VOLANTES

234, av. Mal Leclerc - 34 Montpellier - tél: (67) 92 32 04

Feuille G

Optique

Un peu de remise en ordre dans le concept d'image

Auteur Vasco Ronchi

L'optique créée par Képler au début de XVIIIème siècle, a été la première science physique à être systématisée. On y a beaucoup travaillé depuis, mais on a aussi beaucoup ajouté et le vocabulaire de cette science est maintenant un peu étroit pour exprimer tout ce qui a été découvert.

Le triptyque "objet système-optique-image" doit être maintenu. Mais les trois entités qu'il comprend ont pris une valeur nouvelle à la lumière de ce qu'on sait maintenant. Au cours de nombreux millénaires on s'était interrogé longuement sur la composition possible de la matière dont on imaginait déjà la complexité et le mot atome était déjà connu dans l'antiquité, mais ce n'était alors qu'hypothèse. On sait aujourd'hui que les objets dits "matériels", ceux que nous voyons et pouvons toucher ne sont que des apparences immédiates dont la réalité cache une composition extrêmement complexe de molécules, d'atomes et de particules. Bien plus nous savons que ces objets qui nous paraissent aussi limités que des solides géométriques, n'ont pas des surfaces continues. Les atomes qui avoisinent ces surfaces sont en perpétuel mouvement et perpétuelle évolution. Par exemple ils s'échappent par évaporation et augmentent de nombre par oxydation.

- (1) On est amené à adopter, au lieu de la dénomination "corps matériel" celle de "nuage d'atomes". Aucun mot, serait-il composé ne peut donner une idée exacte de tous les phénomènes, il en faut un pourtant qui ne soit pas trop faux.

Les nuages d'atomes, sous l'effet d'excitations diverses, par exemple la chaleur, émettent de l'énergie radiante que nous appellerons "radiations". Jusqu'ici on appelait lumière ces radiations mais le mot prête à confusion ainsi que l'expression "source de lumière" en ceci qu'ils rapportent le phénomène à la perception humaine ; nous nous limitons à "radiations" et à "source de radiations".

Nous écrirons donc qu'une source de radiations peut émettre un rayonnement et que ce rayonnement peut être reçu par un second nuage d'atomes. Si ce nouveau nuage n'est pas transparent il absorbera le rayonnement et deviendra lui-même une autre source de rayonnements. On appelle "objets" ces nuages d'atomes, qu'ils émettent des radiations ou qu'ils en reçoivent.

- (2) Il peut aussi se faire que certains de ces nuages d'atomes soient transparents et laissent passer les rayonnements qu'ils reçoivent et les transmettent en les modifiant plus ou moins profondément. Ces nuages particuliers prennent le nom de "systèmes optiques". Ces systèmes optiques peuvent être agencés de façon à concentrer les rayonnements dans une certaine région de l'espace en les distribuant de façon à ce qu'ils paraissent semblables à la source de radiations telle qu'elle apparaissait pendant son émission.

- (3) Cette distribution ordonnée est appelée "image" de l'objet donnée par le système optique. Elle est de nature physique.

Tout le processus, ainsi décrit d'une façon très vague résulte des connaissances que nous possédons sur la matière et de l'énergie radiante.

Le problème fondamental de l'optique est de connaître le mieux possible la structure, la position, les dimensions et toutes les caractéristiques de l'image. Un premier groupe de méthodes consiste à représenter le phénomène par des schémas mathématiques.

Un schéma mathématique très employé, c'est l'optique géométrique, remplace le nuage d'atomes-objet par un ensemble de "points" renfermés dans une surface continue. La radiation est figurée par des étoiles sources et par des droites rayons. Le point de départ de chaque rayon est une étoile de la source, donc un des points de la surface de l'objet. Les nuages-systèmes-optiques sont figurés par des solides géométriques délimités par des surfaces de forme définie. Les droites sont dites rayons, elles sont conduites par des lois de la réflexion et de la réfraction. Les rayons ont pour origine un point-étoile P de la surface de l'objet, ils traversent le système optique S et viennent former une image sous forme d'un autre point-étoile I à un endroit différent du point P de départ. La même construction est répétée pour tous les points-étoiles à l'aide des rayons qui traversent le système S (figure 1) en partant de la surface de l'objet et en arrivant à la surface de l'image. L'ensemble de tous les nouveaux centres c'est à dire des sommets des cônes formés par les rayons émergents du système optique est censé représenter l'image. Cet ensemble de points est appelé "image calculée" ou "image géométrique". Elle est une pure abstraction, elle n'est pas l'image elle-même : elle est de nature mathématique et non pas physique, elle est seulement une représentation schématique.

Une autre représentation schématique de l'image est donnée par le modèle ondulatoire. Aux atomes du nuage-objet on substitue des vibreurs qui émettent des ondes sphériques divergentes, supposées se propager dans l'espace autour de l'objet. Le système optique, encore composé par des solides délimités par des surfaces géométriquement définies, permet le passage des ondes, mais avec une vitesse différente de celle qu'elles ont dans le milieu extérieur. En conséquence de cette différence de vitesse et de la différence d'épaisseur des régions diverses du système optique, les ondes changent de forme (fig. 2) c'est à dire qu'elles restent sphériques mais avec un centre différent de celui du vibreur qui les a émises. Chaque onde concentre son énergie sur ce nouveau centre sous la forme d'une figure caractéristique, dite de diffraction, qu'on appelle "centrique" (fig. 3) L'ensemble des centriques est une représentation de l'image. L'image ondulatoire est, elle aussi, une image calculée une expression mathématique, schématique.

Chaque fois qu'on raisonne avec les images calculées, on demeure dans le domaine des mathématiques et de la théorie. Pour passer dans le domaine expérimental, l'image est étudiée par un second groupe de méthodes, les méthodes de "révélation expérimentale". On emploie d'abord des sources de radiations réelles, ensuite des systèmes optiques matériels, enfin des révélateurs ou récepteurs, c'est à dire des systèmes physiques ou physiologiques qui réagissent à l'action des radiations et qui donnent, sous l'action de l'image, les images révélées.

Le plus ancien et sans doute le plus important révélateur est l'oeil lui-même. Il contient son propre système optique. Et il est souvent frappé directement par les radiations issues de l'objet, il peut aussi recevoir des radiations issues d'une image qui continuent à se propager jusqu'à lui. Le système optique de l'oeil concentre les radiations sur la rétine avec une distribution censée être semblable à la distribution énergétique de l'image, elle-même semblable à celle de la source. Les radiations sont enregistrées par la rétine et par des phénomènes compliqués de nature chimique et électronique, elles sont transformées en influx nerveux qui, le long du nerf optique parvient jusqu'au cerveau dans la région corticale où elles se transforment en sensations visuelles. De là les influx sont analysés et passent

dans le domaine psychique sous forme de perceptions, ils sont représentés par des fantômes, c'est à dire par des figures lumineuses colorées et douées de relief, de forme définie, qui sont localisées à la place où se trouvent soit l'objet soit l'image. Ces figures constituent l'image optique. Elle est de nature psychique.

Un autre révélateur très important est fourni par les surfaces photosensibles. Si on place une couche de ces surfaces, là où on pense que se trouve l'image, les réactions atomiques ou moléculaires, après traitement chimique convenable, font précipiter de petits grains opaques (d'argent ou d'autres substances) plus ou moins nombreux et concentrés, qui peuvent enregistrer de nombreuses informations au sujet de l'image. La couche ainsi noircie est l'image photographique. Elle est de nature chimique.

Un autre révélateur important est la cellule photoélectrique, Sous l'action des radiations, la cellule réagit en donnant lieu à des phénomènes électroniques. L'ensemble de ces phénomènes est l'image photoélectrique. Elle est de nature électronique.

Il existe d'autres révélateurs, mais ils n'ont pas autant d'importance que ceux décrits rapidement ci-dessus.

Négligeant les images moins intéressantes, cette classification comprend bien six types d'images, de nature si différente, les unes des autres que même leur comparaison serait difficile parcequ'une comparaison n'est valable : en bonne philosophie, que lorsqu'elle est faite entre entités de même nature.

Considérer explicitement comme distinctes toutes ces images apporte une clarté nouvelle dans les raisonnements et aussi dans les expériences. Autrefois, en optique, on ne parlait que d'une seule qualité d'image. Il s'agissait presque toujours des images calculées et beaucoup de gens restaient convaincus que les images révélées étaient nécessairement la reproduction exacte de ces images calculées.

Aujourd'hui on distingue clairement les images révélées des images calculées et on donne toute l'importance qu'elle mérite aux images révélées considérant les images calculées comme des schémas simplifiés et provisoires utiles seulement parcequ'ils donnent des procédés de calcul pour obtenir rapidement les images révélées qu'on se propose d'obtenir.

Le bon ordre est un facteur essentiel pour les progrès de la science. L'introduction de la classification nouvelle dans l'étude des images a eu des répercussions remarquables dans l'étude de l'optique.

(1) On peut être étonné par l'expression "nuage d'atomes", c'est qu'on ne pense qu'aux solides voire aux cristaux qui sont des ensembles d'atomes très ordonnés et souvent très durs, mais il existe des liquides et des gaz qui jouent leur rôle en optique. Il fallait choisir un mot, au plus un mot composé, rendant compte de tout dans la mesure du possible, nuage d'atomes a paru convenir.

(2) Il existe aussi les miroirs qui ne sont pas transparents mais n'en sont pas moins des systèmes optiques, croyez bien que ni l'auteur ni le traducteur ne l'ignorent.

(3) Toutes les expressions scientifiques sont des abstractions, mais, au moins, en physique, à chacune de ces abstractions correspond une réalité matérielle. Aussi, quand nous parlons d'images, nous voulons désigner un fait réel et sensible, nous n'en donnerons qu'une preuve : si nous plaçons notre main au foyer d'un miroir concave exposé au soleil nous ressentons une brûlure. L'auteur parlera plus loin d'images calculées, là l'abstraction reste beaucoup plus loin du fait matériel, elle n'est qu'une représentation schématique de l'image physique.

(4) l'expression " point étoile " ou simplement " étoile " est employée, au moins en Italie, à chaque fois qu'un point est entouré de rayons divergents, que ce soit dans tous les sens ou seulement dans des directions privilégiées, le traducteur ne connaissait pas cette expression, il ne l'adopte pas moins.

(5) Quelquefois l'image se forme au même point que l'objet, cela se produit au moins avec les miroirs concaves, il peut aussi se faire qu'il n'y ait pas du tout de point étoile à l'emplacement calculé de l'image. Les systèmes optiques sont souvent loin d'être parfaits, pas toujours stigmatiques.

(6) L'auteur dit " sphérique ", la sphère n'est pas toujours parfaite à cause des défauts des systèmes, mais la surface est toujours ronde ou plane (les plans sont des sphères de rayon infiniment long) et on s'efforce toujours d'obtenir une sphère ou un plan.

Les notes sont du traducteur, elles ne cherchent qu'à faciliter la compréhension par les néophytes.

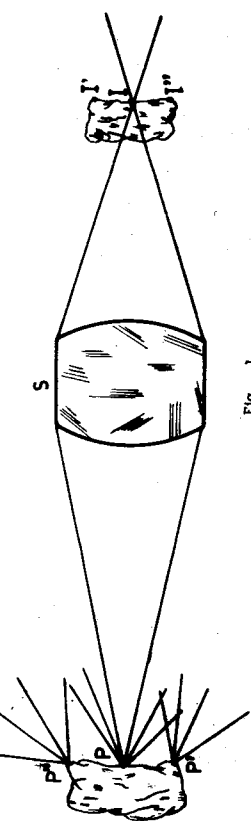


Fig. 1

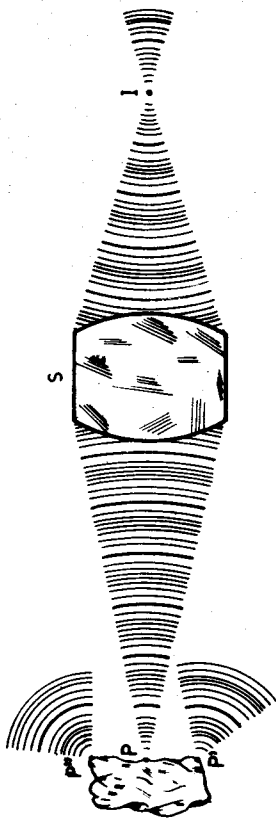


Fig. 2

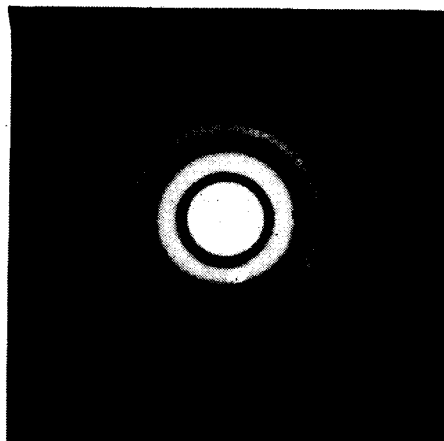


Fig. 3