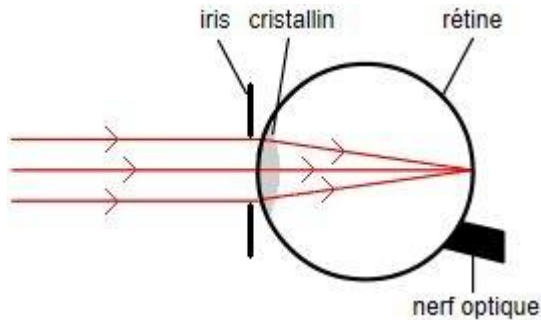


**Voir autrement pour  
penser autrement**

*critique de l'optique  
géométrique*

**Cet article est une invitation à repenser l'optique usuelle et, surtout, son enseignement. Celui-ci, en effet, prétend se fonder sur une physique géométrique du rayon lumineux alors que cette géométrie ne peut plus être prise pour une science. Elle n'est plus qu'une norme qui doit être dépassée pour ouvrir la porte à de nouvelles visions et de nouvelles pensées.**

La compréhension de la vision proposée dans les manuels d'initiation à l'optique, notamment en photographie, trouve ses fondements dans la géométrie cartésienne. De nombreux schémas, tel celui-ci, illustrent clairement la croyance dans l'équivalence entre le trait géométrique et le rayon lumineux.



On dira que Descartes n'était pas naïf et savait, bien évidemment, qu'un schéma n'est pas la réalité. Nous l'accorderons volontiers. Cependant, si le tracé d'un trait droit illustre la nature physique d'un rayon, c'est qu'ils ont au moins une caractéristique en commun et cette caractéristique est qu'ils sont tous les deux immédiats, instantanés voire hors du temps. Descartes l'affirmait clairement : un rayon de lumière est comme un bâton rectiligne : la pression que l'on

exerce sur une extrémité est immédiatement ressentie à l'autre bout.

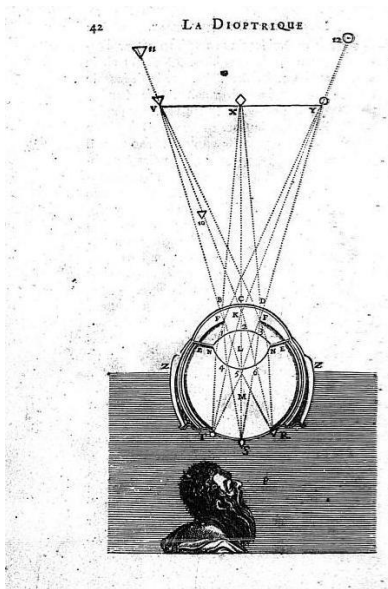
Alors, certes, dans ce schéma, des flèches ont été dessinées qui indiquent le sens de la lumière : de l'extérieur vers le fond de l'œil. Mais pour quelle raison ? Peut-on croire, comme le dessin le suggère, que, parce que nous voyons un point sur notre rétine, ce point a existé hors de notre œil précisément tel que nous le voyons ? Peut-on remonter le temps jusqu'au point de départ des rayons comme le laissent croire les flèches ? Ou doit-on considérer que le rayon est effectivement instantané, comme le laisse croire le trait immobile qui le représente ?

On dira encore qu'il est inimaginable de remettre en cause cette géométrie optique tant elle a fait ses preuves. N'est-ce pas grâce à elle que nous avons des lunettes, oh combien précieuses ! et aussi toutes sortes de machines optiques, telles des télescopes ou des appareils photographiques. Si, toutes intègrent des calculs d'angle entre rayons rectilignes selon les règles dérivées de la géométrie cartésienne, n'est-ce pas que cette géométrie est juste ? Comment pourrait-on en douter ?

Disons, avant d'entrer dans le vif du sujet, que cette technologie optique peut être efficace, et elle l'est effectivement, sans pour autant être vraie. Elle a permis d'améliorer la vue et de découvrir de nombreux phénomènes microscopiques ou trop éloignés pour un œil non

appareillé, mais sa domination théorique a sans doute aussi rendu impossibles bon nombre d'autres découvertes. La tenir pour vraie alors qu'elle n'a été qu'efficace reviendrait, en somme, à juger que la chimie du sucre est vraie parce qu'il améliore le goût de mon café. Heureusement, on s'accordera pour dire qu'il s'agirait là d'un faux raisonnement, mais pourquoi en serait-il autrement en ce qui concerne la lumière ?

L'enjeu de cette distinction entre efficacité et vérité est important, tout autant, par conséquent, que la nécessité de reconsidérer la valeur de la notion de rayon lumineux. Car voici le schéma complet, tel qu'on le trouve dans la Dioptrique de Descartes :



L'homme qui regarde l'œil qui reçoit la lumière, c'est nous, certainement. Mais alors nous pourrions être dessinés nous aussi comme un homme qui regarde cet homme qui regarde l'œil... Et, devant ce nouveau dessin, nous serions encore comme un homme qui regarde un homme qui regarde un homme, et ainsi de suite, à l'infini. Cet emboîtement de regards, tel que l'implique le schéma d'une vision qui regarde une vision, bien qu'interminable, n'est pourtant aucunement absurde. Il a un sens très précis : alors même que le dessin est définitivement incomplet, puisque celui qui regarde, in fine, ne pourra jamais être dessiné, nous le comprenons clairement, comme une évidence. Il faut alors en conclure que comprendre et voir sont donc deux choses distinctes. C'est là le sens de ce schéma.

Mais, de plus, si nous le comprenons ce n'est pas parce que nous le voyons, puisqu'en tant que dessin, précisément, il est indéfiniment insaisissable. En revanche, si nous le voyons, c'est bien parce qu'il a été dessiné, c'est-à-dire qu'un homme — Descartes ou un autre — a compris ce qu'il devait représenter. Autrement dit, non seulement la science est distincte de la vision, mais elle la précède nécessairement : nous voyons ce que nous comprenons tel que nous le comprenons. Et puisque nous voyons un œil, il nous faut conclure que nous ne comprenons pas avec les yeux, mais qu'au contraire nous comprenons l'œil qui voit. Ainsi, *in fine*, ce qui

voit ce schéma, ce ne sont pas nos yeux, mais ce « nous » irreprésentable que Descartes appelle « esprit ».

La conséquence est immédiate : nous voyons le monde visible se déployer devant nous alors que nous, qui voyons ce visible, n'en faisons pas partie. Nous sommes l'esprit métaphysique — celui qui pense la physique optique géométrique avant même qu'elle soit vue et schématisée. En termes cartésiens nous sommes le « sujet pensant ».

Mais ce qui nous intéresse surtout ici, c'est qu'en retour, nous devons croire à la vérité du monde tel que nous le produisons. Nous devons croire que les rayons projettent les formes des objets au fond de notre œil et, avant tout, que notre œil lui-même n'est qu'un récepteur. Car, si, d'un côté, nous sommes le sujet, de l'autre, nous avons nécessairement affaire à des objets, notre œil n'étant, devant nous, qu'un objet parmi les autres. Et nous sommes ainsi certains, a priori, que les choses sont objectivement telles que nous les pensons, alors que cette pseudo-objectivité n'est que le résultat de l'action de notre compréhension. L'optique géométrique peut par conséquent être parfaitement efficace au regard des besoins de notre compréhension, et fausse dès lors que notre compréhension est fausse.

Pour résumer l'enjeu de l'article qui suit, nous dirons que si la notion de rayon lumineux n'est pas consistante avec la géométrie optique — ce

que nous allons tenter de montrer —, alors le monde visible n'est pas objectivement tel que nous le voyons et, corrélativement, nous ne sommes pas un sujet qui pense métaphysiquement, mais un organisme biologique qui travaille et modèle la lumière au sein de laquelle il vit. Dès lors, nous pourrions conclure que **voir autrement permet de penser et de vivre autrement.**

-----

Bien qu'elle soit bien établie dans notre croyance l'existence du rayon lumineux n'est pas évidente. Celui-ci ne se donne à voir de lui-même que dans des cas très particuliers, lorsque le soleil en gloire, par exemple, transparait au travers des nuages. La vue s'en trouve plutôt troublée, d'ailleurs, les objets disparaissant alors entre trop d'obscurité ou trop de clarté. Le rayon lumineux est donc le fruit, non vraiment de l'observation quotidienne, mais plutôt de la science. Il apparaît effectivement dans l'obscurité du laboratoire comme une ligne droite jaillissant d'une source ponctuelle et se dirigeant vers un objet. À vrai dire, on doit considérer que la lumière ne jaillit pas vraiment, et ne se dirige pas vraiment. Son temps serait trop bref pour que nous percevions un tel mouvement. Le rayon est donc un tracé



que l'on veut instantané et, dès lors, il paraît normal, objectif, de le considérer comme une ligne droite dont la connaissance relève d'une géométrie dont sont exclues toute durée et toute temporalité. Selon cette science toute cartésienne, tous les points sont illuminés sans différentiels de temps.

L'idée même d'une propagation de la lumière en ligne droite ne date pas du XVII<sup>e</sup> siècle. On la trouve déjà exposée dans les textes d'Euclide, au troisième siècle avant Jésus-Christ. Toutefois il s'agit alors d'une lumière venue de l'œil qui éclaire les objets. Euclide remarque en effet que nous ne voyons pas une épingle à nos pieds jusqu'à ce que notre regard tombe sur elle. Il faut bien, conclut-il pour expliquer cette observation, qu'une illumination provienne de nos yeux, et celle-ci doit être très ponctuelle, analogue à ces rayons qui percent aux interstices d'une porte. La lumière est donc faite de rayons, mais l'œil est ici un émetteur plutôt qu'un récepteur.

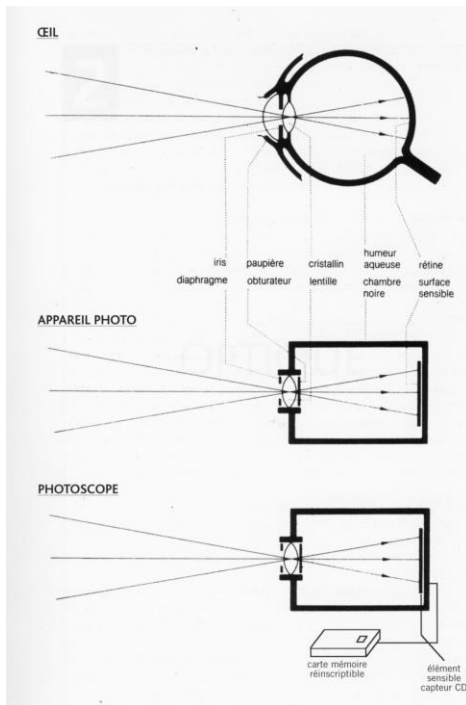
L'idée d'un rayonnement parvenant jusqu'à nos yeux ne viendra qu'avec Alhazen, un savant arabe du Xe siècle. Encore s'agira-t-il d'expliquer des phénomènes visuels, et notamment toutes sortes de bizarreries tels les jeux de formes sur un miroir concave ou la réfraction. Descartes, six siècles plus tard, fera passer ses propres explications, souvent très similaires à celles d'Alhazen, par une science méthodique, de telle manière que la nature puisse être expliquée rigoureusement. Mais, pour Descartes encore,

l'expérience est seulement une observation qui éveille la curiosité et ne fait que stimuler une compréhension que seule la science géométrique peut fournir. Et précisément, parce qu'il s'agit alors d'une *mathesis universalis* fondée métaphysiquement et non pas expérimentalement, cette géométrie peut, a priori, tout expliquer. Descartes écrit ainsi la *Dioptrique* et les *Météores* à la suite de son *Discours de la Méthode*, méthode dont ces traités de la vision et des phénomènes célestes doivent être exemplaires.

Si donc, sa science optique conduit encore à expliquer des choses étonnantes, tels les arcs-en-ciel ou les éclairs, qu'elle cherche à rendre compréhensibles, elle n'en est pas moins, en droit, capable de rendre compte de l'ensemble des phénomènes lumineux et visuels.

En héritière de cette optique cartésienne, la géométrie que nous retrouvons aujourd'hui dans de nombreux schémas de manuels de science et de photographie, expose non plus des phénomènes extraordinaires, mais la vue dans toute sa généralité et toute sa banalité. Tout se passe donc comme si nous pouvions avoir une compréhension totale de la lumière grâce à la géométrie. Les traités de photographies exposent alors cette maîtrise dans ses variations, montrent comment se construit l'image photographique selon que ses objets sont plus ou moins éloignés, selon que l'on souhaite plus ou moins faire valoir

leur disposition en profondeur. Ils expliquent aussi que certaines aberrations naissent des systèmes de lentilles et comment l'ingéniosité, encore une fois fondée sur la géométrie, permet de les corriger, de ramener l'image photographique à une image oculaire, ce qui est le principe même de la photographie, comme le suggère le schéma ci-dessous.



Pourtant la physique a ses raisons qu'ignorent « les longues chaînes de raisons, toutes simples et faciles, dont les géomètres ont coutume de se

servir pour parvenir à leurs plus difficiles démonstrations». Pour être pensables *more geometrico*, les rayons lumineux doivent en effet obéir notamment aux lois de la réfraction tout entières soumises au calcul angulaire. Selon ces lois, pour que des rayons subissent une déviation  $\alpha$  en franchissant la surface d'une lentille, par exemple, il faut déjà qu'ils soient des objets rectilignes. Mais que sont ces objets « exactement droits » ?

Dans la physique cartésienne, les rayons lumineux sont des pressions par lesquelles « toutes les parties de la matière subtile, qui touche le côté du Soleil qui nous regarde, tendent en ligne droite vers nos yeux au même instant qu'ils sont ouverts ». Entendons par là que la distance qui nous sépare de la source lumineuse, le soleil par exemple, est une matière subtile, un espace totalement rempli d'atomes d'une petitesse extrême, plus petits que les atomes de l'air, par exemple, mais non infiniment petits cependant, et qui reçoivent de cette source une pression qu'ils se transmettent les uns aux autres dans toutes les directions. Lorsque notre œil s'ouvre, c'est alors cette pression qui s'exerce au travers du corps cristallin, tout plein lui aussi, jusqu'à la rétine, au nerf optique, tel un bâton qui presserait le fond de notre œil. C'est elle qui nous fait ainsi percevoir les objets qui ont modulé son parcours, et que notre esprit voit selon ce qu'il croit être leur objectivité.

Cependant, cette « matière subtile » chargée de transmettre la lumière à travers l'espace semble bien n'être qu'une idée confuse. Elle suppose en fait deux conceptions du mouvement incompatibles. Selon la première le mouvement est local. En l'occurrence les particules de matières subtiles, ces tout petits atomes qui remplissent complètement l'espace, sont mues en elles-mêmes, pressées ou agitées si l'on préfère, mais non transportées. C'est cette agitation qu'elles se transmettent, comme une vibration, parce qu'elles sont serrées les unes contre les autres et qu'il n'y a pas de vide au travers duquel elles pourraient se déplacer. Cette agitation est alors à même d'expliquer l'excitation de notre nerf optique par la lumière. Cependant, à s'en tenir là, cette vibration n'a plus aucune raison de produire un rayonnement rectiligne susceptible d'obéir aux lois angulaires de la réfraction. Son principe est plutôt celui de la dispersion sans direction ou de la diffusion à partir d'une source lumineuse. Et dans ce sens, notre rétine ne peut recevoir qu'une excitation lumineuse informe, mais jamais la forme d'un objet, quel qu'il soit.

Il faut donc, d'un autre côté, pour que notre vision des choses soit expliquée, que cette vibration reçoive une direction, que dans sa transmission même soient inscrits, en sus, les principes de la réfraction, de la réflexion aussi. Or, ces lois optiques ne relèvent plus du

mouvement local, mais du déplacement. Le rayon parvient de sa source à la surface d'un corps, d'une lentille par exemple, puis traverse cette surface, puis ressort par la surface opposée. Chaque contact de la lumière est alors un point repère, et le rayon est quelque chose qui se déplace entre ces points. Dans ce sens nous pouvons expliquer comment nous voyons la forme de tel ou tel objet, puisque nous pouvons considérer que sa surface est constituée de tels points repères. À chaque contact de la lumière avec l'un de ces points, le déplacement de celle-ci est modifié, et ce sont ces modifications qui, parvenant jusqu'à l'œil, donnent l'image d'un objet qui se dessine de lui-même sur la rétine.

Seulement voilà, pour qu'une telle explication soit convaincante il faut, d'une part, que l'espace dans lequel la lumière se déplace soit initialement neutre (une simple matière subtile informe), d'autre part, que quelque chose de lumineux se déplace dans cet espace neutre ; en un mot, que la lumière soit composée de particules qui voyagent. Pour expliquer la photosensibilité, par exemple, il faut supposer que la lumière est partout et vibre, qu'elle est de nature ondulatoire ; mais aussi qu'elle se déplace d'objet en objet, qu'elle est corpusculaire. Cependant, l'optique géométrique ne rend pas compte de ce problème, elle trace devant nous une vision de déplacements d'ondes et n'est pas en mesure d'expliquer sa propre transmission jusqu'à nos

yeux. Elle représente une certaine idée du monde, elle donne à voir une idée de la vision, sans pouvoir nous dire comment nous participons de ce monde, ni comment notre vue travaille la lumière. Elle peut alors, certes, avoir une valeur hypothétique, mais ne saurait être imposée légitimement comme un savoir.

La notion même de rayon lumineux semble alors bien inconsistante ou, du moins, elle ne peut plus être considérée comme un principe optique. De fait, elle fut longtemps mise à mal par l'expérimentation physique. Il lui fallait en quelque sorte un substrat, une réponse à la question préalable : comment se meut la lumière ? Newton pensait qu'il s'agissait de corpuscules, Huygens parlait d'ondes. Longtemps, la théorie newtonienne prévalut, malgré ses difficultés à expliquer les phénomènes de diffraction, puis au début du XIXe siècle ce fut l'idée d'une nature ondulatoire qui s'imposa.

L'expérience la plus éloquente était alors celle qui produisait des interférences. Devant une source lumineuse ponctuelle on plaçait un écran opaque percé de deux petits trous, et à l'arrière de cet écran un plan sur lequel la lumière passée par les trous devait se projeter. Lorsque l'on bouchait l'un des trous, la lumière projetée au travers de l'autre trou dessinait un rond clair en son centre devenant plus obscur à la périphérie. Aussi, il semblait logique que, si la lumière était composée

de particules, en ouvrant les deux trous, les zones communes sur le plan de projection devaient additionner leur luminosité, de telle manière que l'on pensait obtenir, en réglant l'espacement entre les deux trous, deux zones plutôt obscures sur les côtés et une zone commune entre les deux, nécessairement plus claire que lorsqu'un seul trou était ouvert.

Les particules de la lumière passant par chaque trou, leur nombre devait doubler dès lors qu'elles éclairaient la même portion du plan de projection. Or, l'expérimentation ne confirma pas cette conclusion : la zone commune aux deux projections ne montrait pas d'éclaircissement, mais une alternance de lignes obscures et claires, comme les creux et les bosses qui alternent lorsque deux ondes se rencontrent à la surface d'un plan d'eau. On en conclut que la lumière ne pouvait être corpusculaire.

La théorie ondulatoire fut alors privilégiée. Outre ces interférences, elle seule semblait pouvoir expliquer d'autres phénomènes tels la diffraction, déviation de la lumière aux abords de corps opaques, ou la polarisation, certaines dissymétries dans sa propagation aussi. La notion de rayon lumineux ne disparut pourtant pas. Elle exprimait la résultante de la combinaison des ondes. Cependant, elle n'était plus un principe, mais un simple phénomène à expliquer parmi d'autres. La lumière avait cessé d'être essentiellement géométrique pour devenir une affaire physique. Ce n'était plus la vérité de la



lumière qui se montrait dans son évidence dans le rayon rectiligne, mais seulement une propagation rectiligne conçue comme cas particulier. Notons aussi que la lumière avait cessé d'être adéquate à la vision, que bon nombre de rayonnements invisibles étaient eux aussi lumineux. Leur étude n'était plus une optique, mais une physique de l'électromagnétisme. Pourtant les mésaventures du rayon lumineux ne devaient pas s'arrêter là.

-----

En 1887, Hertz découvrit l'effet photoélectrique. La matière était alors conçue, à la différence de la lumière, comme une combinaison d'atomes, de corpuscules, eux-mêmes composés de protons et d'électrons. Protons et électrons étaient reliés par une complémentarité de leurs charges électriques, l'un étant positif et l'autre négatif. Dans ces conditions, l'on pouvait bien s'attendre à une action des ondes sur la matière, mais celles-ci étant énergétiquement très faibles, cette action devait être très longue pour arracher un électron à son proton. Or, l'effet photoélectrique montrait que des électrons étaient instantanément émis par une plaque de métal recevant un faisceau lumineux. Bien plus, une augmentation de l'intensité du faisceau lumineux ne conduisait pas à une énergie plus grande des électrons émis, mais à leur émission en plus grands nombres. Einstein, dans un article du 15 mars 1905, pose le problème dans toute son ampleur. Les deux catégories sous lesquelles la physique pense la

nature, par corpuscules et par ondes, ne permettent pas d'expliquer des phénomènes de conversion de la lumière tels que ceux « du rayonnement des corps noirs, de la photoluminescence, de la production de rayonnement cathodique par la lumière ultraviolette... » Le problème se situe pour lui dans l'opposition entre la continuité des ondes et la discontinuité des corpuscules. Il pourrait se résoudre, dès lors que l'on considère que la lumière est composée de « grains d'énergie », les quanta.

Ce n'est qu'en 1923 que le nom de « photon » désigna les éléments quantiques de la lumière. Mais il fallait alors leur reconnaître un caractère ambigu, car ils devaient aussi expliquer le phénomène de l'interférence projetée entre les deux petits trous. On essaya alors de distinguer les champs d'application des deux théories, disant que la lumière est, sous certains aspects, corpusculaire et, sous d'autres, ondulatoire.

Si l'on peut discuter l'hypothèse selon laquelle la science propose des modèles épistémologiques de la réalité plutôt qu'elle ne la décrit en son essence, si donc si l'on peut débattre des valeurs respectives de plusieurs modèles, il n'est pas pour autant permis que ceux-ci se partagent la même réalité. Or, telle était bien la situation, à tel point que l'on ironisa : la lumière était ondulatoire les lundis, mercredis et vendredis, corpusculaire les mardis, jeudis et samedis, le dimanche étant la

journée du doute. L'enjeu de la résolution de cette situation était double : il s'agissait d'une part d'apporter une preuve expérimentale soit dans un sens soit dans l'autre et, de toute façon, d'élaborer une nouvelle manière de penser la lumière et la matière.

Finalement, la lumière s'avéra corpusculaire lorsque, en reprenant l'expérience de la projection par deux petits trous, mais en plaçant devant le plan de projection un appareil susceptible de démultiplier l'effet photoélectrique jusqu'à ce qu'il puisse rendre un son audible, on entendit des « clics » bien séparés même lorsque l'intensité lumineuse était faible. La preuve était alors faite que celle-ci était composée de particules discontinues. Lumière et matière constituaient ainsi un seul et même objet pour la physique, pour l'électrodynamique quantique. Aussi, même l'interférence devait être un phénomène quantique. Il restait à expliquer comment.

-----

La science classique, celle du XIXe siècle postulait que les phénomènes du monde étaient reliés entre eux de telle manière que l'état du monde à un instant donné résultait de son état précédent et donnait naissance à l'état suivant de manière déterminée. Autrement dit, si nous pouvions connaître le monde à un instant donné, nous pouvions le connaître depuis sa création jusqu'à sa fin, ou sa recréation. La science progressait en

tentant de parvenir à ce savoir d'un instant total. Selon ce postulat déterministe, une cause devait avoir un effet et un effet devait avoir une cause. Or, certains phénomènes semblaient, depuis longtemps, déroger à ce principe.

Par exemple, une vitre de verre, même propre, n'est pas seulement traversée par la lumière, elle donne aussi une image réfléchie, bien que faible, de ce qui est devant elle. Celui qui fréquente les expositions de photographies, lorsqu'elles sont mises sous verre, connaît bien ce phénomène. Dans un cadre déterministe il s'agit d'un fait qu'il faut ranger au nombre des artéfacts, des impuretés de la nature auxquelles il ne faut pas prêter attention ou, au mieux, d'un détail que l'on parviendra à expliquer le moment venu afin qu'il entre dans la longue chaîne des phénomènes. Mais, s'agissant de repenser la physique il est possible de faire de ce phénomène un exemple de la réforme nécessaire. C'est ce que propose Richard Feynman.

Lorsque l'on compte, par augmentation de l'effet photosensible jusqu'à le rendre perceptible par un « clic » audible, le nombre de photons qui traversent une vitre et celui des photons qu'elle réfléchit, on s'aperçoit, par exemple, que sur 100 photons, 4 sont réfléchis. Le problème, relativement à la science classique, est qu'il n'est pas possible de prédire quel photon sera des 4 ou lequel sera des 96 qui traversent la vitre. Il faut alors passer à une intelligence probabiliste. La

science quantique dira ainsi que chaque photon a une amplitude statistique de 4 % d'être réfléchi.

Cette nouvelle compréhension du monde fut difficile à accepter, et elle l'est sans doute encore, car elle semble impliquer que l'ordre du monde soit remplacé par un chaos d'incertitudes. Pourtant, en suivant Erwin Schrödinger, ce n'est vraiment pas le cas. La probabilité, correctement mise en équations, devient aussi certaine que le déterminisme. Elle cesse seulement de proclamer son adéquation à la réalité totale. Elle est un modèle et, en tant que tel, bien plus explicatif que ne l'était le déterminisme, faisant apparaître ainsi que celui-ci n'était finalement qu'un modèle probable. Bien mieux, ses degrés de probabilités mesurent encore son écart à la réalité. Elle est une science consciente d'elle-même, en quelque sorte. Force est alors de constater que cette électrodynamique quantique n'a connu, depuis soixante-dix ans, que des vérifications. C'est-à-dire qu'elle a su prévoir des résultats probables non seulement pour des phénomènes inexplicables jusqu'alors, mais pour tous ceux que la mécanique classique prenait déjà en charge.

Ainsi, l'interférence de deux projections lumineuses au travers des petits trous se comprend si l'on considère que chaque trou participe d'une chaîne disjointe d'événements. On calcule alors séparément les probabilités pour

qu'un photon parti de la source passe par chaque trou, puis l'on combine ces deux probabilités. Il en résulte une courbe de probabilité sinusoïdale dont les creux correspondent précisément aux rayures obscures de la zone commune de projection et les sommets à ses rayures claires. La probabilité permet donc de prédire avec certitude l'interférence et ses variations.

Le rayon lumineux, quant à lui, s'explique de la manière suivante. À partir d'une source de lumière ponctuelle, des photons sont émis dans toutes les directions, constituant ainsi un nuage de particules lumineuses. Il n'est plus possible, en effet, de postuler que la lumière se déplace en ligne droite. Cependant, il est possible d'expliquer le rayonnement rectiligne comme un resserrement statistique du déplacement de ces photons depuis la source jusqu'au point éclairé. Chaque photon étant doté d'une amplitude à se rendre jusqu'à ce point, leur répartition statistique fait alors apparaître que, plus ils sont éloignés de la ligne droite entre la source et l'objet, plus leurs mouvements s'annulent dans le temps. Inversement, les amplitudes des photons proches de la ligne droite sont plus cohérentes, de telle manière que leur mouvement connaît une direction sensiblement unique. Autrement dit, plus un photon est éloigné de la ligne droite moins il a de direction, les seuls photons cohérents, qui éclairent finalement le point de projection, sont ceux répartis autour de cette

ligne. Un rayon lumineux est alors cette répartition statistique de l'efficacité de la lumière.

Ainsi, la mécanique quantique explique-t-elle la notion de rayon lumineux et la justifie-t-elle. Certes, elle n'est qu'une situation très particulière de l'électrodynamique quantique au sein de laquelle la lumière a, depuis longtemps, perdu sa vertu lumineuse. Déjà, avec la mécanique ondulatoire elle avait cessé d'être essentiellement visible, et maintenant elle cesse même d'être une nature distincte de la matière pour rejoindre le concert des quanta. Néanmoins, ne peut-on pas dire, comme cela se fait couramment, que l'optique géométrique est justifiée comme un cas particulier de la physique adapté à la vision humaine, et qu'elle suffit par conséquent pour les besoins de l'opticien autant que pour ceux du photographe ou du regardeur ? N'est-elle pas une approximation suffisante concernant l'optique, en ce qu'elle suffit à expliquer le passage à la vision humaine objective, en deçà même de ses aspects intentionnels, psychologiques, sociaux, etc., en deçà du corps qui voit ?

Remarquons d'abord que le rayon de la physique quantique n'est plus géométrique. Le facteur qui détermine l'amplitude des photons à se diriger en ligne droite n'est plus spatial, mais temporel. Tous les rayons se dirigent, en effet, dans n'importe quelles directions, ce n'est qu'au cours du temps que celles-ci s'annulent ou se complètent. Un rayon lumineux n'obéit donc pas au principe de la

rectitude géométrique, mais à celui du moindre temps. Tous les photons pourraient atteindre un point donné à partir d'une source, mais seuls ceux dont l'amplitude est fonction du moindre temps y parviennent avant les autres. Le rayon est devenu une notion temporelle. Le schéma par lequel nous avons commencé cet article pour illustrer l'idée d'une objectivité visuelle des choses n'est donc pas seulement approximatif, il est faux en ce qu'il efface la vérité temporelle de la lumière.

-----

Pour terminer, afin d'éclaircir autant que faire se peut cette optique temporelle, reprenons une dernière fois la projection de la lumière au travers de deux petits trous. Remplaçons le plan de projection non par un amplificateur photoélectrique, mais par une cellule photosensible, par exemple la rétine d'un œil ou un capteur. Cette surface a maintenant été exposée à la lumière d'un photon, mais, même si, pour parcourir 30 cm celui-ci a mis un milliardième de seconde, la vision qui en résulte doit au moins tenir compte de cette tendance primordiale vers le passé. Il n'est pas possible de dire, selon un raisonnement prémonitoire par rétroaction que, puisque le photon a éclairé maintenant cette surface photosensible, ici, c'est qu'il était parti de cette source, là-bas. Peut-être cette tendance du temps comme projection vers l'avenir sera justifiée, mais seulement à partir du moment où l'on aura su



reconnaître, d'abord, quel a été, effectivement, le chemin du photon.

Le problème est alors de savoir par quel trou il est passé. Or, l'intelligence probabiliste ne permet pas de répondre à cette question de telle manière que l'on puisse associer le photon arrivé sur la surface photosensible à un photon libéré par la source lumineuse, le point image à un point objet. Elle nous parlera de l'amplitude de probabilité pour qu'un point lumineux vienne d'un trou plutôt que d'un autre, nous disant, par exemple, que sur cent photons, dix peuvent être passés par celui-ci et quatre-vingt-dix par celui-là. Mais, d'une part, rien ne dit que le photon reçu est à compter parmi les 10 % ou les 90 % ; et d'autre part, cette probabilité ne nous donne même pas la position spatiale de chacun des trous par rapport à la source lumineuse.

Ainsi, à partir de la réception d'un photon il n'est même pas connu que celui-ci est passé par un petit trou. Il ne dit rien sur sa provenance et pourrait venir de n'importe où ; ou, pour le dire autrement, un photon seul ne porte aucune information spatiale. Il en va de même pour chacun des photons qui éclairent la cellule photosensible, de telle manière que, la seule information qu'ils puissent fournir, finalement, c'est qu'ils parviennent avec un écart de temps, qu'ils obéissent à une temporalité différentielle. Et même, à vrai dire, cette information ne semble

présenter aucun intérêt jusqu'à ce que les photons soient en très grands nombres. Car ce n'est qu'alors que le moindre temps peut devenir une moyenne des différentiels temporels et faire apparaître, ainsi, une spatialité orientée de la lumière. Mais alors, il faut reconnaître que l'existence de cet espace lumineux et de son rayon probable n'est pas objective : elle provient de l'intérêt de nos yeux et de notre vision qui privilégient le moindre temps plutôt que des temporalités plus dilatées. Et rien ne permet de supposer que cet intérêt est « normal » ou « naturel ».

-----

Le schéma géométrique avec lequel nous avons ouvert ce texte postule que le monde est objectivement constitué d'objets et que ces objets sont tels que nous les voyons. Le discours qu'il soutient, pour les initiations à l'optique ou à la photographie par exemple, prétend ainsi être fondé scientifiquement. Or la science montre au contraire que la petite part de vrai de ce schéma n'a rien d'objectif, mais résulte avant tout d'un choix de vision, d'un intérêt pour le moindre temps. Cette physique probable va certainement bien au-delà de la lumière, mais concluons qu'en ce qui concerne la vision, rien n'est déterminé. Nous pouvons par conséquent conclure qu'il est possible de voir autrement pour penser et vivre autrement. N'est-ce pas là une tâche noble pour des photographes ?