

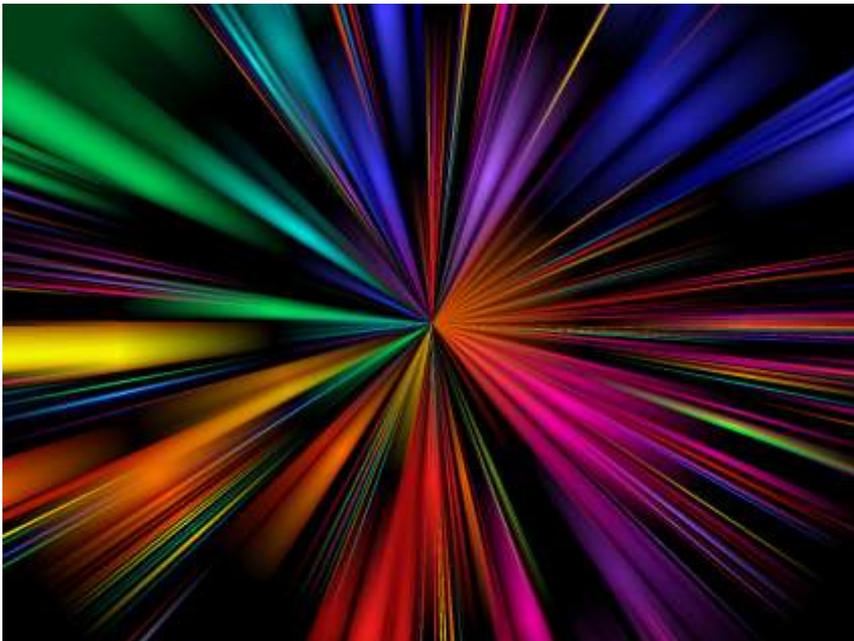
La lumière : onde ou particule ? | Par Félix Camus

Ou ce que la science peut définir

La lumière est définie comme l'ensemble des ondes électromagnétiques visibles par l'œil humain, c'est-à-dire comprises dans des longueurs d'onde de 0,38 à 0,78 micron (soit 380 nm à 780 nm). La lumière apparaît ainsi généralement comme une onde. Elle fut définie ainsi pour la première fois suite



aux travaux de Huygens au XVII^{ème} siècle. Il existe cependant une autre théorie proposée par Newton à la même époque ; elle décrit un modèle corpusculaire de la lumière ; ce modèle sera abandonné jusqu'au début du XX^{ème} siècle du fait des arguments en faveur de la théorie ondulatoire, plus convaincante et prouvée par des expériences de diffraction et d'interférence. Pourtant, dès la fin du XIX^{ème} et au début du XX^{ème} siècle, tout va basculer à la suite des travaux d'Einstein qui en 1905 démontre que la lumière a un comportement corpusculaire. La physique se retrouve alors avec deux modèles parfaitement cohérents et



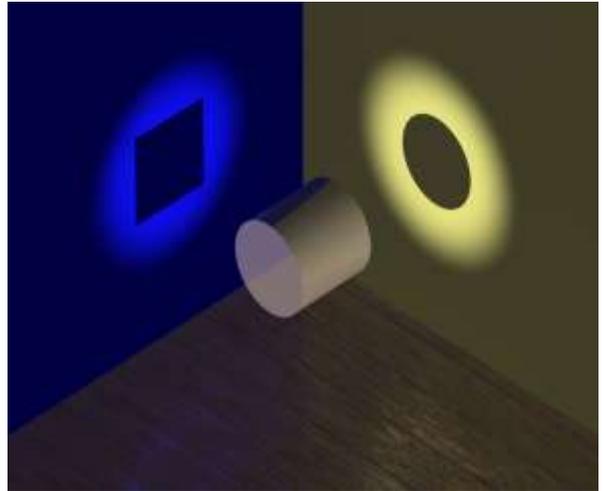
valides en eux-mêmes mais pourtant bien opposés. Tout se passe comme si la lumière changeait de comportement selon le modèle théorique dont on se sert pour l'étudier. Pour représenter d'une manière simplifiée ce phénomène nous pouvons considérer l'exemple suivant : lorsqu'on le projette un cylindre sur un plan, selon le point d'observation qu'est le notre, celui-ci

peut être projeté tel un cercle ou tel un rectangle comme le montre l'image ci-contre à droite ; pourtant, en soi, il n'est ni l'un ni l'autre. De la même manière que le cylindre n'est

pas un cercle ET un rectangle, la lumière n'est pas une onde et une particule.

Plus récemment plusieurs physiciens tels que Jean-Marc Levy-Leblond ou Françoise Balibar ont proposé le terme de « quanton » pour définir la lumière, afin d'éviter de la qualifier d'« onde et particule » à la fois. Elle ne serait ainsi ni une onde, ni une particule, mais présenterait des caractéristiques des deux modèles. Tout ceci est basé sur le principe de complémentarité défini par Niels Bohr, le père de la physique quantique. En effet selon Bohr un « objet quantique » comme l'électron ou le photon, ne peut se présenter que sous un seul de ces deux aspects à la fois.

Qu'est-ce donc que le photon puisqu'il n'est ni une onde, ni une particule, ni les deux, alors qu'il en possède les caractéristiques ? La définition de « quanton » ne permet pas de donner la nature exacte de ce qu'est le photon et tout au plus elle n'est qu'un jeu nominal, un simple mot que l'on choisit presque arbitrairement afin, de toute évidence, d'ignorer notre ignorance. Il semble que la question de savoir ce qu'est véritablement le photon n'a pas même, d'un point de vue rigoureusement scientifique, de légitimité. En effet il s'agit d'une question ontologique et il me semble que ce n'est pas la fonction du physicien d'y répondre. La physique se base sur l'étude des phénomènes modélisables de la nature et elle cherche à définir des lois qui gouverneraient ces éléments ; en aucun cas elle n'a donc à définir ce que sont les choses en elles-mêmes ; la question de la nature du photon relève de l'ontologie et non plus des sciences de la nature.



Cette idée est développée par Kant qui, dans *Critique de la Raison Pure*, écrit ceci :

« Quand même nous pourrions porter notre intuition à son plus haut degré de clarté, nous n'en ferions point un pas de plus vers la connaissance de la nature même des objets. Car en tous cas nous ne connaîtrions parfaitement que notre mode d'intuition, c'est-à-dire notre sensibilité, toujours soumise aux conditions d'espace et de temps originellement inhérentes au sujet ; quant à savoir ce que sont les objets en soi, c'est ce qui nous est impossible même avec la connaissance la plus claire de leurs phénomènes, seule chose qui nous soit donnée »

Autrement dit, on ne pourra jamais définir autrement le photon qu'à travers le référentiel dans lequel on l'étudie ; tout comme le cercle et le rectangle sont des représentations dans un référentiel en deux dimensions du cylindre représenté dans un référentiel en trois dimensions, l'onde et la particule sont des représentations dans le référentiel de la physique classique d'un seul et même *ob-jet*, nommé « quanton », qui n'est donc pas définissable en tant que tel dans le référentiel caractéristique à la physique classique.

Par *ob-jet* il faut entendre le sens que la logique hégélienne attribue au terme allemand *Gegenstand* et qu'elle distingue du terme *Objekt*. Les phénomènes de la nature sont définis comme des *ob-jets*, c'est-à-dire des choses qui par définition sont hors de nous. Ainsi notre appareil logico-mathématique ne peut les étudier que dans leurs interactions d'espace et de temps, c'est-à-dire par la géométrie et le calcul. Il faut donc admettre qu'une théorie n'étudie jamais la chose elle-même mais bien une série d'interactions. J'en veux pour preuve que le physicien admet lui-même la plus grande rigueur méthodologique qu'il y a à parler d'interactions gravitationnelles, électromagnétiques, forte et faible lorsqu'autrefois nous préférons parler de *forces*.

La lumière, comprise scientifiquement, n'est donc rien d'autre qu'un objet modélisé, c'est-à-dire théorique. La physique décrit *nécessairement* des propriétés différentes lorsqu'elle change de modèle mathématique. Parce que la physique consiste dans une modélisation mathématique de la nature, elle ne peut prétendre définir la réalité en soi des choses, mais simplement ce que la variabilité des approches mathématiques rend possible. Aussi l'on peut dire que la particule est à l'onde ce que les propriétés du triangle de surface plane sont à celles du même objet sur une surface non plane.

Bibliographie :

Le Chat de Schrödinger, John Gribbin : expose l'histoire de la physique quantique, la dualité onde-corpuscule et autres modèles issus de la mécanique quantique.

La Relativité, Albert Einstein

Petit voyage dans le monde des quanta, Etienne Klein

Critique de la Raison Pure, Emmanuel Kant

Mécanique Quantique – Une Introduction Philosophique, Michel Bitbol