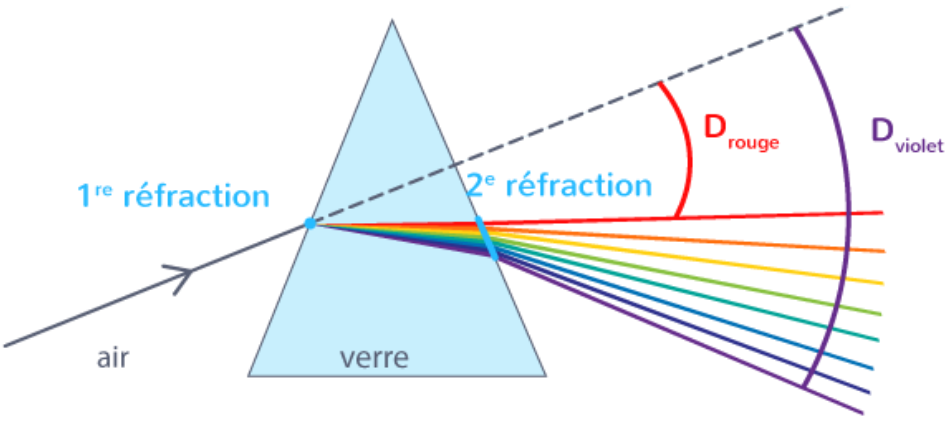
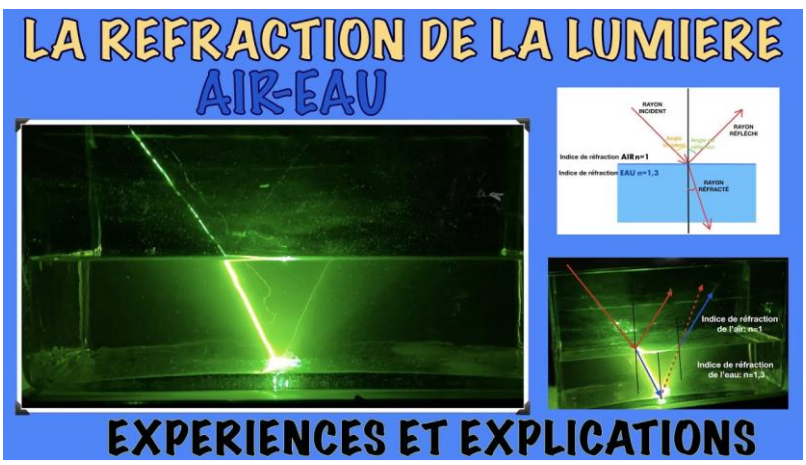
II. L'optique cristalline

II.1. Rappels d'optique

Le rayonnement est un mode de transmission de l'énergie, qui peut se propager sous forme de particules ou d'ondes, qu'elles soient électromagnétiques ou acoustiques. La lumière, quant à elle, est un rayonnement électromagnétique de nature ondulatoire, caractérisé par une fréquence (υ) qui correspond au rapport entre la vitesse de la lumière (c) et sa longueur d'onde (λ) dans le vide. Elle est constituée de deux champs, électrique et magnétique, perpendiculaires entre eux et à la direction de propagation, sans orientation privilégiée.

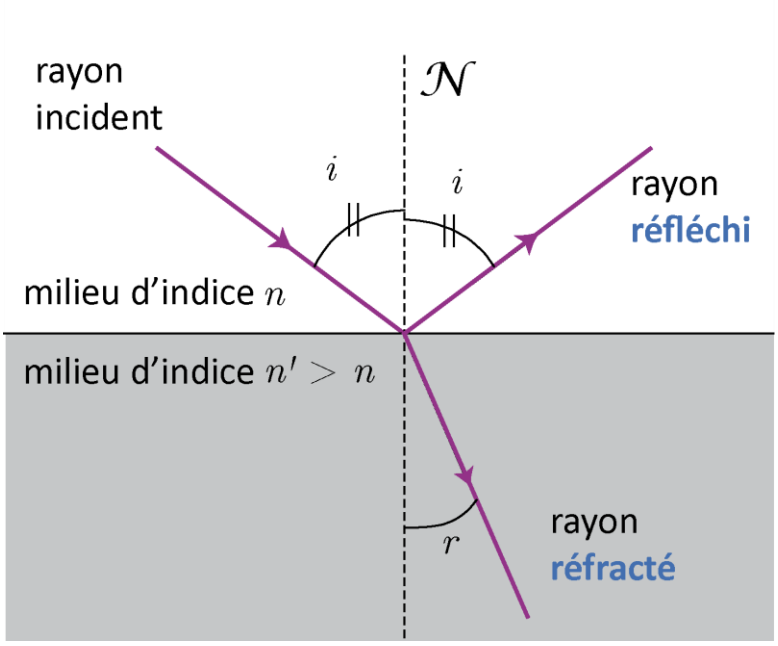


Lorsqu'un rayon lumineux atteint une surface séparant deux milieux transparents, il se divise en deux parties : une partie est réfléchie dans le premier milieu, tandis que l'autre est réfractée, c'est-à-dire déviée dans le second milieu. La lumière peut traverser un milieu transparent sans perdre son intensité, quelle que soit la distance parcourue. Cependant, aucun milieu n'est parfaitement transparent, à l'exception du vide. Dans certains cas, la lumière peut être absorbée par le milieu, ce qui la fait disparaître sans déviation. L'absorption affecte différemment les rayons selon leur fréquence, ce qui explique pourquoi la lumière blanche, en traversant un milieu absorbant, devient souvent colorée, donnant au milieu lui-même une apparence teintée.



L'optique, science étudiant la lumière, existe depuis plus de 2000 ans. Les Grecs furent les premiers à explorer ce concept, utilisant des miroirs en métal ou en obsidienne comme premiers instruments optiques. Les Romains, quant à eux, maîtrisaient déjà l'art d'allumer un feu en concentrant les rayons du soleil à l'aide d'un verre transparent. Le Grec Claude Ptolémée mesura les angles d'incidence et de réfraction, mais ne parvint pas à établir de lois précises sur la réfraction de la lumière. Héron d'Alexandrie, un autre savant grec, étudia la réflexion et conclut que la lumière emprunte toujours le chemin le plus court, confirmant ainsi sa propagation rectiligne et sa nature corpusculaire.

Le physicien arabe Ibn Al-Haytham démontra que la lumière provient d'une source extérieure à l'œil et expliqua la formation des images au niveau de la pupille. À partir du XIIIe siècle, l'optique se développa en Occident. Vincent de Beauvais parla des miroirs étamés au plomb, tandis que Raymond Lulle décrivit leur fabrication. Salvino Degli Armati inventa les lunettes à nez, et Roger Bacon expliqua l'arc-en-ciel et détermina le foyer des miroirs sphériques.

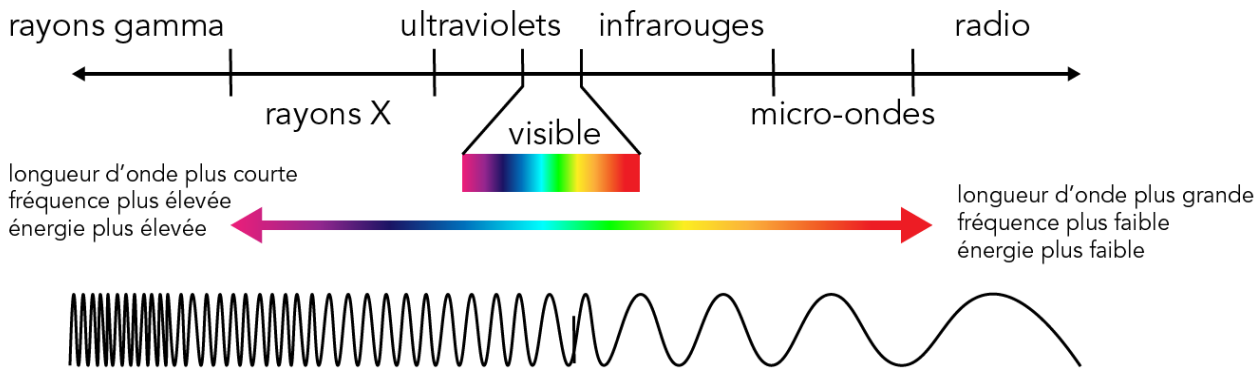


La loi de la réfraction fut finalement établie au XVIIe siècle. L'astronome allemand Johannes Kepler fut le premier à s'y intéresser, mais c'est le mathématicien hollandais Willebrord Snellius qui formula la loi, montrant que le rapport des sinus des angles d'incidence et de réfraction est constant. L'astronome danois Ole Christensen Rømer mesura la vitesse de la lumière en observant les éclipses des satellites de Jupiter, concluant que la lumière se propage à une vitesse finie, même dans le vide.

Isaac Newton, défenseur de la théorie corpusculaire, construisit un télescope à réflexions multiples et étudia la couleur pour expliquer les franges colorées autour des images formées par les lentilles. Il décomposa la lumière solaire à l'aide d'un prisme, révélant un spectre continu de

couleurs. En utilisant un second prisme inversé, il reconstitua la lumière blanche, confirmant ainsi sa nature composite.

La théorie électromagnétique de la lumière explique bien les phénomènes de propagation, de diffraction, de réflexion et d'interférences. Cependant, elle ne suffit pas à décrire complètement les échanges d'énergie entre la lumière et la matière.



La lumière, bien que de nature ondulatoire, présente également un comportement corpusculaire lors de l'émission et de l'absorption, où des transferts d'énergie et de quantité de mouvement se produisent entre la source et le récepteur.