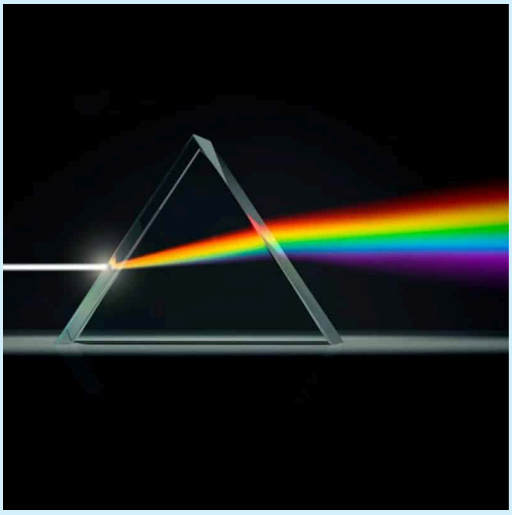
Et pourquoi les photons traversent-ils le verre ? Pourquoi y sont-ils déviés ?

On a compris précédemment que les photons étaient bloqués par l'interaction avec les électrons du métal. Un véritable mur… Mais alors, **pourquoi le verre est-il transparent ?**

Le phénomène en œuvre est bien le même, mais, **contrairement au métal, le verre est un isolant**. **Dans le métal, les électrons sont libres de bouger** et absorbent ou réfléchissent l'énergie des photons, mais **dans le verre, ils sont fortement liés** et ignorent les photons de la lumière visible. Les électrons du verre se trouvent dans une zone basse énergie appelée *"bande de valence"*. Pour sauter vers la zone supérieure où ils peuvent bouger, les électrons doivent franchir un très grand espace vide d'énergie (appelé *"bandgap"*). Or les photons de la lumière visible n'ont pas assez d'énergie pour faire sauter un tel espace aux électrons du verre. **Le photon n'est donc pas absorbé dans le verre, d'où sa transparence.**



Dans le métal, il n'y a pas de fossé énergétique. C'est un paradis pour les électrons : ils circulent librement. On les appelle d'ailleurs "électrons libres" (de circuler) car ils sont beaucoup moins liés à leur atome. Ils sont prêts à attirer (par effet électromagnétique) tous les photons qui se présentent. Les photons sont alors absorbés (chauffage) , réémis d'une manière synchrone (réflexion) ou non synchrone (diffusion).

Dans le verre, si les photons visibles le traversent aisément, il n'est n'est pas de même pour **les photons très énergétiques** comme les UV, les X ou les gamma. Ils ont assez d'énergie pour faire sauter la bande interdite aux électrons du verre. **Le verre devient pour eux translucide puis opaque**.

En résumé, le verre est un isolant et le métal, un conducteur dont les électrons (libres), lorsqu'ils se déplacent d'une manière ordonnée transportent de l'énergie sous forme d'électricité. Lorsqu'ils ne se déplacent pas d'une manière ordonnée, ils créent plutôt de la chaleur.

Dans le métal, les électrons libres se déplacent très vite. Lorsqu'on chauffe un côté du métal, les électrons libres gagnent de l'énergie thermique et la transportent presque instantanément à l'autre bout du métal.

Dans le verre par contre, qui n'a pratiquement pas d'électrons libres, la chaleur ne peut se propager que par la vibration lente de ses atomes de proche en proche. Le verre est donc un excellent isolant thermique (utilisé sous forme de laine de verre pour l'isolation des bâtiments).

Le cas particulier des **matériaux semi-conducteurs** (comme le silicium) est très intéressant. Le fossé énergétique (*"bandgap"*) qui différencie isolants et conducteurs y est très petit. Il suffit d'un petit apport extérieur de chaleur, de lumière (panneaux solaires) ou d'électricité (transistor) pour faire sauter les électrons par-dessus ce fossé et transformer le matériau isolant en conducteur ou en changeant sa transparence. Dans l'effet photovoltaïque, chaque photon éclairé libère alors un électron. Dans un transistor le courant électrique peut ouvrir ou fermer le passage des électrons. C'est la base de toute l'informatique et des ordinateurs (les "0" et "1").

Mais pourquoi les photons sont-ils déviés dans les lentilles ou les prismes ?

Lorsqu'ils entrent dans le verre, les photons sont déviés parce que la lumière change de vitesse en changeant de milieu (air-verre). Ceci est appelé "la réfraction". Le verre est composé pour l'essentiel d'atomes de silicium et d'oxygène. **Les photons font vibrer les électrons de ces atomes**, recréant une nouvelle onde lumineuse, qui va elle-même faire vibrer l'atome suivant, et ainsi de suite. Ceci prend un peu de temps. A cause de ces i**nteractions**, la vitesse apparente de la lumière dans le verre n'est pas de 300 000 Km/h mais de 200 000 Km/h. En fait, chaque type de verre freine la lumière de manière différente, ce qui est mesuré par ***"l'indice de réfraction"***.

Mais aussi les interactions dépendent de l'énergie des photons et donc de couleur (longueur d'onde). Les rayons bleus, plus énergétiques, sont plus freinée et plus déviés que les rayons rouges dans un prisme ou une lentille.

Le ciel bleu devient rouge le soir pour la même raison

La lumière du Soleil arrivant sur Terre, traverse l'atmosphère, composée surtout d'azote et de d'oxygène. Peu énergétiques, le rouge et le jaune passent à travers. Le soir, le Soleil est très bas sur l'horizon. Le trajet de la lumière est plus long dans l'atmosphère pour la lumière bleue. À force d'interactions, elle est totalement dispersée avant de traverser toute cette épaisseur d'air.