

## *Mais d'où viennent ces couleurs ?*

De l'atelier de l'artiste qui a peint ce superbe tableau pardi !! Bon... mais plus sérieusement ?

La créativité de l'artiste plasticienne **Béatrice Burel** est à l'origine de cette symphonie pleine d'énergie... Ma question était plutôt orientée vers les sciences (comme d'habitude...). Je vous propose ici quelques réflexions pour mieux comprendre les aspects scientifiques de l'affaire.



Nous allons ainsi évoquer les points suivants :

\* de quoi est constituée la matière ? \* comment décrire les couleurs ? \* comment la matière interagit avec la lumière ?

Tout ceci nous permettra de mieux comprendre l'origine de ces magnifiques couleurs...

### I Structure de la matière

Elle est constituée de particules élémentaires dont les noms poétiques sont : neutron, proton et électron. On appelle atome, un noyau entouré d'électrons. Le noyau, le cœur de l'atome, est constitué d'un mélange très variable de neutrons et de protons.

Grâce à une science appelée mécanique quantique, on sait que les électrons sont comme un nuage autour du noyau. Lorsque l'atome a un seul électron, la forme du nuage est déterminée par l'équation de Schrödinger (elle aussi magnifique !) : 
$$-\frac{\hbar}{2m} \Delta\psi - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r} = E \psi.$$

Certains atomes ont des noms bien connus : oxygène, azote, fer, cuivre, or... Ils sont en effet les éléments constitutifs de gaz ou matériaux naturels. Par exemple, certains bijoux onéreux sont essentiellement formés d'atomes d'or, dont le symbole est Au. Chaque atome admet un symbole propre : O, N, Fe, Cu et donc Au (voir liste ci-dessus).



C'est bien utile pour écrire les formules des molécules ! Ces dernières sont constituées d'atomes en nombre variable. L'eau de formule  $H_2O$  est ainsi une molécule comportant deux atomes H (hydrogène) et un atome O (oxygène, pour celles et ceux qui ne suivent pas le cours avec attention...). Une célèbre statue, comme de nombreuses statues de bronze, est recouverte de vert-de-gris de formule  $Cu_4SO_4(OH)_6$  (le S correspond au soufre). Vous voyez que les choses peuvent vite se compliquer !



Au passage, on vient de voir que le cuivre est un métal lié ici à la couleur verte ! Mais, regardez la photo de droite, elle montre des cristaux bleus de sulfate de cuivre !! La formule est cette fois de la forme  $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$ . Et je ne vous parle pas des reflets cuivrés de certaines chevelures... L'oxyde de cuivre  $\text{Cu}_2\text{O}$  donne lui une belle couleur rousse.

Moralité de cette histoire ?

Un même élément chimique peut faire naître des couleurs différentes en fonctions des éléments chimiques qui lui sont associés...

Remarque : certains lecteurs pourraient imaginer que Béatrice Burel ne s'intéresse pas à la science, occupée dans son atelier à créer fiévreusement ses prochains tableaux... Il vous suffirait de discuter quelques minutes avec cette artiste pour comprendre que la structure de la matière est pour elle une préoccupation majeure ! Il n'est pas impossible qu'elle soit l'une des premières personnes à lire cette fiche...

## II Un peu de colorimétrie

Pour voir une couleur, il faut de la lumière ! Cette dernière est constituée d'ondes de « couleurs » variées. En termes techniques, la lumière visible à nos yeux est constituée de longueurs d'ondes variées dont le spectre s'étend de 400 à 700 nanomètres.

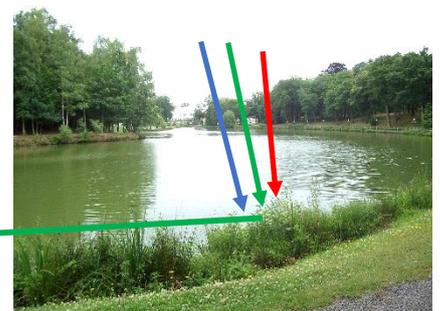


Pour simplifier, on peut dire que la lumière du jour se compose de trois parties : bleu + vert + rouge. Cette vision simple, qu'un arc-en-ciel permet d'observer, est utile pour mieux comprendre comment la matière réagit avec la lumière. On parle des couleurs primaires grâce auxquelles on peut, par mélange en diverses proportions, recréer toutes les autres couleurs.

Profitons de la lumière du jour pour analyser...

- Une feuille de papier est blanche car elle diffuse les trois parties du spectre. La « somme » de ces lumières donne alors du blanc.
- Un pneu apparaît noir car sa surface absorbe toutes les couleurs. Nos yeux ne voient quasiment rien.
- Le vert éclatant des plantes s'explique par l'absorption d'une grande partie du bleu et du rouge. La chlorophylle des feuilles renvoie majoritairement le vert vers nos yeux.
- Je vous raconte la pomme rouge ?

Non merci, on a compris...



De tout ceci, on comprend que les matières colorantes (les fameux pigments) ont la capacité de refléter ou d'absorber certaines parties de la lumière visible pour nos yeux. Ces phénomènes donnent alors la couleur des objets.

La zone pointée par la flèche semble absorber le vert et le rouge alors qu'elle renvoie le bleu de manière très efficace !!

Oups, d'après ma montre, je vais être en retard à la nouvelle exposition de Béatrice !! Si elle aime bien jouer avec les couleurs, elle ne rigole pas sur les retards... Je vais devoir finir cette présentation rapidos !



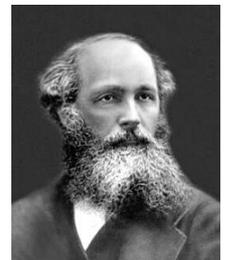
### III Interaction matière / lumière

La matière est constituée d'atomes organisés en structures plutôt complexes. Mais, elle est toujours entourée d'un halo d'électrons puisqu'ils sont en périphérie des noyaux. Donc, lorsque la lumière arrive sur la matière, la rencontre se fait au niveau des électrons. Il faudrait donc savoir comment ils vont réagir à l'arrivée de la lumière...

Mais au fait, de quoi la lumière est-elle constituée ? Vers 1865, James Clerk Maxwell propose un modèle révolutionnaire qui permet de comprendre que la lumière est constituée d'un champ électrique couplé à un champ magnétique.

Ces belles équations

$$\left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \text{div} \vec{B} = 0 \\ \text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon} \\ \overrightarrow{rot} \vec{B} = \mu \vec{j} + \mu \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \end{array} \right. \quad \text{arrivent donc sur nos petits}$$



électrons...

Comme ils sont très sensibles à ces champs, les électrons vont parfois accepter et emmagasiner l'énergie apportée par la lumière qui est alors absorbée par la matière, mais parfois, les électrons vont renvoyer cette énergie qu'ils n'arrivent pas à absorber. Tout dépendra de l'énergie, elle-même liée à la longueur d'onde (pour nous : la couleur). Tout dépendra aussi de la structure de la matière : si les atomes de cuivre sont placés comme ça, la lumière verte sera renvoyée... mais si les atomes de cuivre sont placés comme ceci, c'est la lumière bleue qui sera renvoyée !

Tout ceci est vraiment complexe, mais j'espère vous avoir éclairci un peu les idées... Bon, je suis déjà en retard, je dois vraiment filer !!!