

Des peintures qui rougissent à la chaleur

Certaines réactions chimiques fascinent par leur aspect magique. Par exemple, un changement soudain de couleur peut notamment intervenir suite à une variation de température.

Les peintures thermochromiques vérifiant cette propriété sont des liants contenant des pigments formés de molécules aux structures très particulières. Il en existe de nombreux types, certaines pouvant changer de couleur de façon réversible ou irréversible. En pratique, seuls deux types de molécules thermochromiques sont véritablement utilisés : les cristaux liquides et les leuco-colorants.



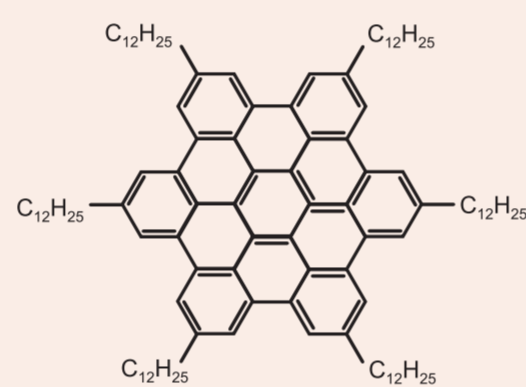
Si vous n'en avez jamais vu, c'est le cadeau idéal :

le mug thermosensible.

Lorsque l'on verse une boisson chaude, de nouveaux motifs, dessins et couleurs apparaissent. L'effet n'est pas immédiat puisqu'il faut atteindre l'équilibre entre formes colorées des molécules. Ici, progressivement sous l'effet de la chaleur, les piles du dessin se rechargent !

Une mesure visuelle de la température

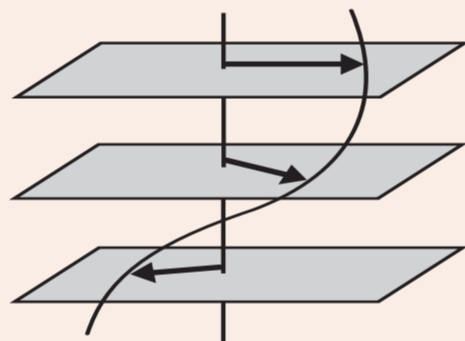
Découverts en 1888, Lehman et Reinitzer réalisèrent que certains composants de la carotte avaient deux points de fusion. Les cristaux liquides sont aujourd'hui partout dans nos écrans de télévision et smartphones : il s'agit de la technologie LCD.



Les cristaux liquides sont des composants qui peuvent se trouver dans un état entre solide et liquide.

Il en existe de nombreux types mais un seul est susceptible de présenter des changements de couleurs : les **cristaux liquides nématiques chiraux**, dits aussi cholestériques. Ces leuco-colorants sont notamment capables de changer de forme sous l'effet d'une variation de température, souvent en lien avec un changement de pH ou un transfert d'électrons.

Un exemple de cristal liquide, molécule plane liée à la présence de nombreux cycles aromatiques.



Ceux-ci s'agencent en une superposition de plans de molécules formant spirale. L'inclinaison et les angles entre les différentes couches peuvent être modifiés. Lorsqu'un rayon lumineux arrive, selon cette inclinaison, celui-ci est plus ou moins réfracté ce qui permet de voir des couleurs différentes. Les gammes de température de changement de couleur de ces cristaux sont extrêmement précises.

Différents plans d'un cristal nématique chiral.

Leurs utilisations sont donc nombreuses dans l'industrie pour quantifier de façon très concise la température avec des systèmes d'affichage.

Cette propriété des cristaux liquides est également utilisée sur les billets de banque, pour diminuer les risques de falsification, car selon l'angle, la couleur semble différente. Les molécules exactes sont complexes à reproduire et tenues secrètes.



La flèche indique la zone constituée de cristal liquide.

Des effets visuels artistiques

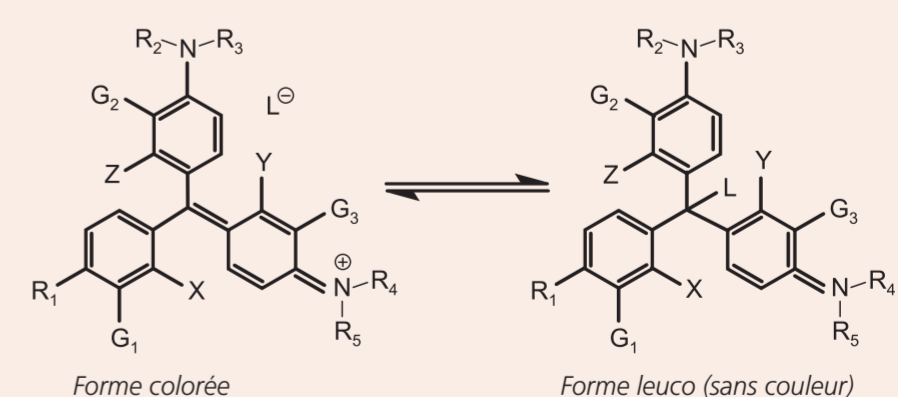
Déjà utilisés pour faire de l'encre invisible, les leuco-colorants sont les rois de l'apparition de couleur.

On appelle forme leuco d'une molécule, la forme incolore d'une molécule en équilibre avec une forme colorée.

Ces **leuco-colorants** sont notamment capables de changer de forme sous l'effet d'une variation de température, souvent en lien avec un changement de pH et une transformation chimique.

Il y a un réarrangement des liaisons covalentes qui fait que la molécule absorbe alors dans le visible.

La réaction est **réversible** et la molécule, avec une baisse de la température, redevient incolore.



Modèle de leuco-colorant et réaction intervenant dans la peinture du Mur-tableau de V. Jourard.

Ces molécules n'ont pas une grande plage de précision en ce qui concerne la température à laquelle elles changent de forme. Cependant, la palette de couleur disponible est beaucoup plus large que pour les cristaux liquides. Du fait du faible coût de ces molécules, ce sont souvent celles-ci qui sont utilisées pour tous les matériaux thermosensibles, comme dans le cas des mugs.

Sources

Thermochromic method and device for use relative to a product container, Pariseau, 2003.
https://campus.mines-douai.fr/pluginfile.php/13740/mod_resource/content/0/CH2_fr_mai_2013/co/cours_ch2_1_3_fr.html
Atkins P.; Chimie générale, 1992, Inter Editions. <https://journals.openedition.org/ceroart/2543?lang=fr>

Rédaction : Esther Fournel, dans le cadre du module de chimie au service de la création donné à l'ENS de Lyon.