

Des «habilleurs d'atomes» au service des

Les écrans d'ordinateurs à cristaux liquides souffrent d'une luminosité trop faible. La solution pourrait se trouver du côté d'éléments chimiques comme l'euprium et le terbium

Sur le marché des écrans plats, la technologie des cristaux liquides est en concurrence avec celle du plasma. Toutes les deux présentent des avantages et des inconvénients si différents qu'aucune n'a pour l'instant éclipsé l'autre. Il est toutefois possible que des recherches menées à Genève au Département de chimie minérale, analytique et appliquée modifient légèrement cet équilibre. Les principaux handicaps des cristaux liquides sont en effet une luminosité et un contraste deux fois plus faibles – dans le meilleur des cas – que ceux de leur concurrent. Claude Piguet, professeur de chimie minérale, et son équipe pourraient bien avoir ouvert une voie susceptible de combler ce retard. Leur solution s'appelle euprium

et terbium, deux éléments du bas du tableau périodique de Mendeleïev – appelés «terres rares» –, connus pour leurs propriétés de luminescence exceptionnelles. Les chercheurs les ont emmitouflés dans des gaines moléculaires censées leur conférer les caractéristiques des cristaux liquides. Les résultats de plus de dix

ans de recherche viennent d'être publiés dans la revue *Journal of American Chemical Society* du 26 janvier. Seul bémol: à l'heure actuelle, la fabrication d'un seul des composés requiert des mois de travail.

Bâtonnets ou disques

Les cristaux liquides, connus depuis la fin du XIXe siècle, sont ce que Claude Piguet qualifie de quatrième état de la matière. Les molécules qui les composent, s'ils sont laissés libres de leurs mouvements, se comportent à notre échelle comme un fluide transparent. Mais, sous l'effet d'un champ électrique, elles peuvent aussi s'arranger selon une structure organisée, similaire à celle des cristaux. Les composés s'alignent tous dans la même direc-

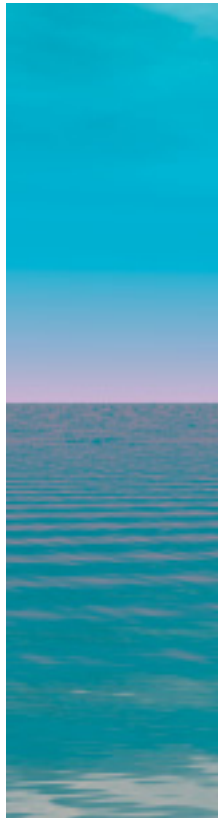
tion et ne permettent plus à la lumière de passer. La matière devient noire. C'est le principe utilisé dans les écrans de calculettes depuis des décennies. Depuis la moitié du XXe siècle, d'innombrables travaux ont été publiés sur le sujet et des millions dépensés pour chercher les molécules les plus adaptées aux besoins des ingénieurs. Car les possibilités semblent infinies. Parmi les rares contraintes, les molécules des cristaux liquides doivent être allongées comme des bâtonnets ou aplaties comme des disques. De telles structures, dont les propriétés varient selon les directions de l'espace, permettent, sous l'action d'un

champ électrique, d'aligner les premiers de manière lamellaire ou d'empiler les seconds en colonnades interminables. Autre condition nécessaire: les molécules doivent se composer d'une partie rigide ainsi que de chaînes d'atomes beaucoup plus sensibles à la température. En «fondant», celles-ci assurent la fluidité des cristaux liquides. Si la fabrication d'écrans noir/blanc s'est réalisée il y a longtemps, le passage à la couleur a été un peu plus ardu. Il a fallu trouver des composés capables d'absorber la lumière et de la réémettre dans la couleur désirée. Longtemps, les écrans plats en couleur ont offert une vision acceptable vue de face, mais qui s'efface dès qu'on les regarde un peu de biais. La faute en revient aux composés organiques, faciles à manipuler et sur lesquels est basée toute la technologie des écrans aux cristaux liquides, mais qui n'ont qu'une faible capacité d'émission de la lumière. «Notre idée était de bénéficier du savoir développé avec des molécules organiques et d'y introduire un peu de chimie minérale, plus rapide et plus intéressante dans le domaine optique, précise Claude Piguet. Nous voulions notamment exploiter les éléments euprium et terbium, qui sont deux métaux un peu moins lourds que le platine ou l'or. Deux formes oxydées du premier émettent dans le rouge et dans le bleu, alors qu'un oxyde du second fournit du vert, les trois couleurs de

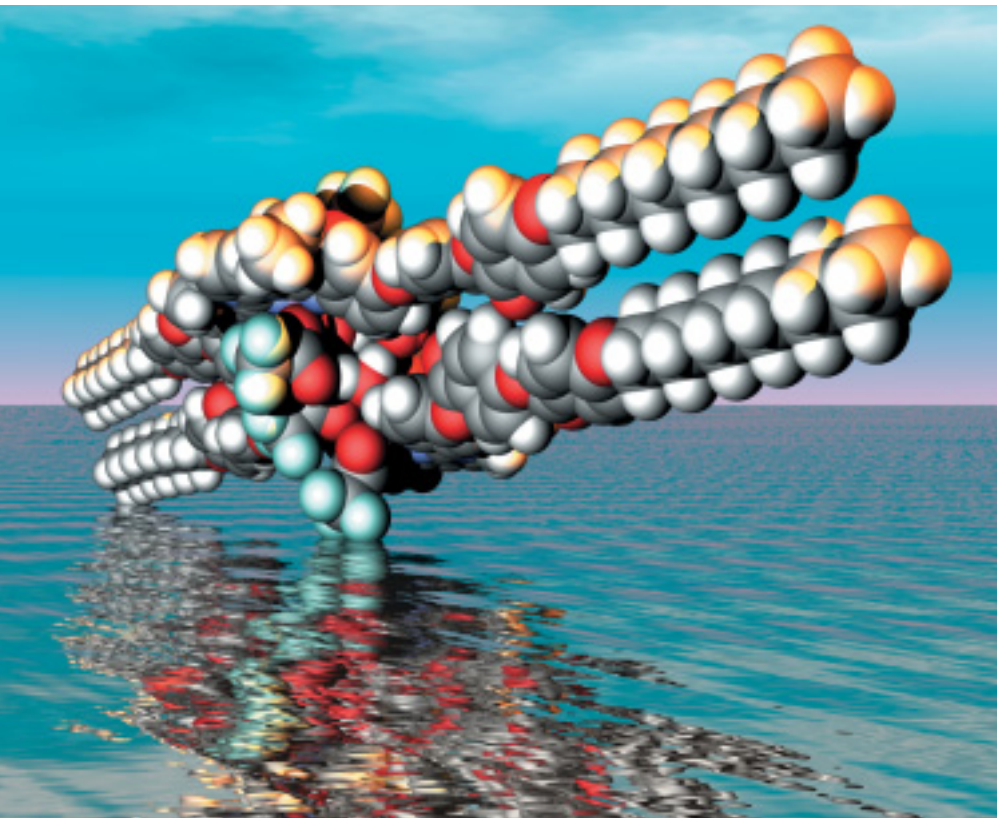
«Les atomes, affublés de leurs oripeaux moléculaires, conservent leurs propriétés optiques»

et terbium, deux éléments du bas du tableau périodique de Mendeleïev – appelés «terres rares» –, connus pour leurs propriétés de luminescence exceptionnelles. Les chercheurs les ont emmitouflés dans des gaines moléculaires censées leur conférer les caractéristiques des cristaux liquides. Les résultats de plus de dix

ans de recherche viennent d'être publiés dans la revue *Journal of American Chemical Society* du 26 janvier. Seul bémol: à l'heure actuelle, la fabrication d'un seul des composés requiert des mois de travail.



écrans plats



Cette construction moléculaire joue le rôle de gaine et renferme en son sein un atome d'europium ou de terbium choisis pour leurs propriétés optiques. Elle est destinée à se comporter comme un cristal liquide.

base nécessaires à tout écran. La lumière que ces éléments produisent est exceptionnellement pure et intense. Le mélange des trois tons permet d'ailleurs d'obtenir un blanc littéralement parfait.» La firme Philips ne s'y est pas trompée, puisque les lampes économiques qu'elle commercialise contiennent ces trois «terres rares».

L'europium et le terbium, comme les douze autres membres de leur famille d'éléments appelés les lanthanides, ont un autre avantage. Leurs propriétés optiques dépendent de niveaux électroniques situés – aléa de la mécanique quantique – dans une couche interne du

nuage électronique. En d'autres termes, ces niveaux électroniques sont «protégés» de l'influence extérieure. Ces atomes sont donc censés préserver leurs propriétés optiques quel que soit le milieu dans lequel ils sont plongés.

Pour les chercheurs genevois, tout le problème a consisté à transformer ces éléments en cristaux liquides afin de pouvoir, éventuellement, les utiliser dans un pixel d'écran. Premier défi: changer des sphères – relativement grosses en l'occurrence – en bâtonnets ou en disques. Et les chimistes genevois de se muer en véritables tailleurs d'atomes, pour confec-

tionner une gaine allongée faite de trois longues molécules enroulées sous forme d'une triple hélice avec laquelle ils ont pu corseter jusqu'à trois grosses sphères les unes sur les autres. «Cela nous donne un début de bâtonnet», estime Claude Piguet. Mais c'est dans la forme du disque, ou plutôt du demi-disque, que les Genevois sont allés le plus loin. Le costar qu'il a fallu tailler aux atomes de métal est nettement plus compliqué, mais il permet d'obtenir une vague forme aplatie, un peu rebondie au centre, comme un *empanada* argentin. Ils ont alors ajouté aux extrémités quelques longues chaînes d'atomes mobiles pour assurer le caractère liquide.

Plus complexe que prévu

Une fois fabriquées et analysées, ces curieuses constructions n'ont toutefois pas donné les résultats attendus par les expérimentateurs. Quel que soit l'atome enrobé, les chimistes ont bien obtenu des cristaux liquides, mais leur comportement s'est révélé complexe, variant selon la grosseur de l'élément utilisé.

Toutefois, et c'est le résultat le plus important, les oxydes d'europium et de terbium conservent leurs propriétés optiques, mêmes affublées de leurs oripeaux moléculaires. En théorie, ces composés peuvent donc servir dans un pixel d'écran de télévision ou d'ordinateur, avec l'avantage de produire une lumière incomparablement plus pure et intense que ce qui existe actuellement. En pratique, leur fabrication demeure très compliquée, la température à laquelle ils fonctionnent se situe entre 60 et 180°C et les écrans plats conventionnels ont bénéficié en dix ans d'énormes progrès qualitatifs. «Il est vrai que nos cristaux liquides sont difficiles à produire, estime Claude Piguet. Mais, en chimie, il est toujours possible de simplifier le processus de fabrication du moment qu'il existe un débouché économiquement intéressant.» ■

Anton Vos

www.unige.ch/sciences/chiam//piguet/