

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (2000)
Heft: 44

Artikel: Magie des couleurs
Autor: Fischer, Stéphane
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-971440>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Magie des couleurs

PAR STÉPHANE FISCHER
PHOTOS UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Les lanthanides constituent une curieuse famille d'éléments chimiques: anodins en apparence, ils émettent de la lumière rouge, verte ou jaune lorsqu'on les irradie. Des propriétés optiques applicables à des cartes bancaires ou des écrans d'ordinateur.

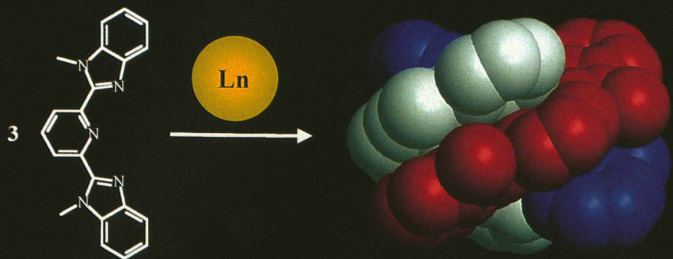
L'avènement des cartes bancaires a rendu impossible la lecture du solde du compte sans l'aide d'un bancomat. Pourtant, une solution est en cours de développement, en France: une bande violette sur laquelle sera affiché en permanence l'état du compte bancaire du propriétaire de la carte. Il suffira pour la lire de la glisser dans un lecteur thermique. A partir d'une certaine température, le montant du compte encore disponible s'inscrira automatiquement en chiffres blancs sur la partie violette de la carte et restera visible jusqu'à la prochaine visite d'un bancomat. L'ajustage de la température de fonctionnement de cette carte thermique peut être contrôlé par un lanthanide.

Ce n'est là qu'une des multiples applications potentielles de cette famille de quinze éléments chimiques fondamentaux qui sont aujourd'hui au cœur des recherches menées par le professeur Claude Piguet, au département de chimie minérale de l'Université de Genève. Amplificateurs de lumière dans les écrans plats à cristaux liquides, alarmes à incendie, sondes biologiques, faisceaux lasers, imagerie par résonance magnétique: si l'on écoute les propos enthousiastes de ce jeune professeur ordinaire de 39 ans, ancien lauréat du prix Werner de chimie, les lanthanides ne vont pas tarder à devenir des composants essentiels des futures technologies. Aujourd'hui, on peut déjà en trouver certains dans les catalyseurs de voiture, les lasers ainsi que dans l'imagerie par résonance magnétique (IRM) où ils sont utilisés comme agents de contraste.

Electrons voltigeurs

Les lanthanides forment une famille d'éléments très homogènes qui se ressemblent tous du point de vue chimique. Tous sont des cations, c'est-à-dire des atomes chargés positivement par manque de trois électrons dans leur couche externe, qui se lient tous de la même manière avec d'autres atomes. Rien de très excitant





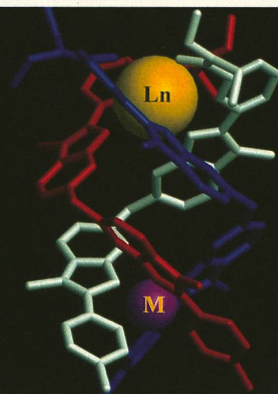
Assemblage d'un complexe supramoléculaire avec les lanthanides.

à priori. Mais l'intérêt de ces éléments réside dans le fait que chacun d'eux possède un nombre bien défini d'électrons (variant de 0 à 14) dans une couche électronique protégée et non accessible (décrite sous le sigle 4f par les chimistes). Le premier élément de la famille en est dépourvu, le second en a 2 alors que le Lutécium (Lu, le quinzième élément) en comprend 14. Et c'est justement cette petite variabilité électronique qui intéresse les chimistes car elle confère à tous les lanthanides des propriétés électroniques, optiques et magnétiques remarquables!

Selon la mécanique quantique, un atome, une molécule ou un complexe chimique n'aiment vraiment exister dans la nature que lorsqu'ils se trouvent en état de basse énergie. Un système chimique qui reçoit un excédent d'énergie sous la forme de rayonnement électromagnétique se retrouve tout d'abord dans un état excité. Ce qui se traduit en général par un réarrangement des électrons qui gravitent autour de l'atome. Certains d'entre eux en profitent pour gagner des orbitales (des portions d'espaces autour de l'atome) supérieures qu'ils ne pourraient jamais atteindre naturellement. Ces états excités ne durent pas longtemps. Très vite, les électrons vont retomber sur leur orbitale d'origine en dégageant l'énergie excédentaire sous forme de rayonnement, de lumière visible ou de chaleur.

A chacun sa lumière

Dans le cas des lanthanides, la lumière émise lors de ce retour à la normale varie en fonction du nombre d'électrons dans cette fameuse sous-couche 4f. Elle est rouge pour l'Europium (Eu), verte pour le Terbium (Tb) et jaune pour le Samarium (Sm). Constatant que chaque lanthanide émet sa propre lumière, les chimistes ont eu l'idée de les utiliser comme sources de lumière qui s'allumeraient sur commande en fonction des besoins et des circonstances... Encore fallait-il les avoir facilement sous la main. «Pour pouvoir bénéficier des propriétés optiques fascinantes de ces éléments, leur environnement chimique doit être parfaitement défini et organisé afin de les protéger des interactions avec d'autres molécules qui peuvent provoquer des fuites d'énergie. Cela favorise ainsi leur passage à des états de haute énergie pour permettre ensuite l'émission d'une lumière parfait-



Une triple hélice contenant deux cations différents.
(Ln = lanthanide, M = métal de transition).

tement visible», explique Claude Piguet, qui a réussi à synthétiser des récepteurs chimiques à lanthanides en tenant compte de ces nombreuses contraintes. Ces récepteurs, en vérité des systèmes moléculaires très complexes, sont capables de reconnaître et de fixer les lanthanides en fonction de leur taille. Ce qui n'est déjà pas un mince exploit si l'on sait que le premier lanthanide est seulement 15 % plus gros que le quinzième. Fondés sur le principe chimique de «l'ajustage induit», ces super récepteurs sont flexibles et malléables, «un peu comme de la pâte à modeler», remarque Claude Piguet. De ce fait, ils s'adaptent parfaitement bien à la taille des lanthanides qu'ils entourent à l'aide de leurs trois brins moléculaires.

Mais, et c'est ce qui est intéressant d'un point de vue optique, ce complexe récepteur-lanthanide fonctionne comme un convertisseur microscopique. Le récepteur qui joue le rôle d'antenne capte l'énergie d'excitation (rayons ultraviolets), la transmet au lanthanide qui la réémet sous la forme de lumière rouge, verte ou jaune.

En rajoutant un élément métallique (fer, zinc, etc.) dans des récepteurs encore plus grands, les chimistes genevois sont parvenus à obtenir «des systèmes moins symétriques mais 10 000 fois plus efficaces pour la conversion de la lumière en solution aqueuse», selon Claude Piguet. Ce qui en fait d'excellents outils potentiels pour la biologie et la médecine, par exemple pour doser un taux d'antigènes dans le plasma sanguin. L'adjonction du fer a également permis de produire d'autres complexes très spectaculaires, qui passent du violet à l'orange en fonction de la température, qui peut être modifiée en fonction de la taille des lanthanides. ■

AU SALON DU LIVRE

Découvrez les lanthanides et la magie de leurs couleurs au stand du Fonds national lors du Salon du Livre et de la Presse, du 3 au 7 mai, au Palexpo de Genève. Adresse du stand: rue Balzac 20.