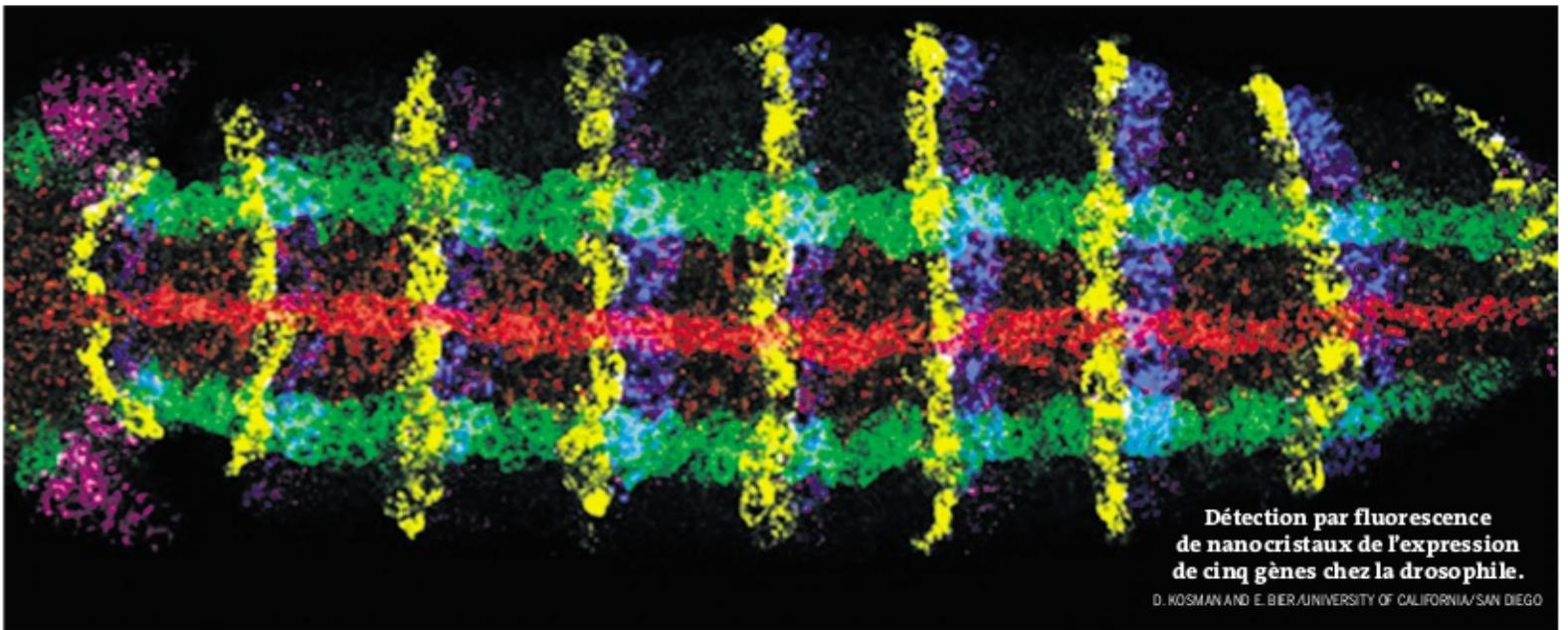


La lente révolution des nanocristaux

NANOTECHNOLOGIES | Découvertes il y a trente ans, des poussières capables de transformer la lumière entrent aujourd'hui dans la conception des écrans ou des biomarqueurs médicaux



Détection par fluorescence de nanocristaux de l'expression de cinq gènes chez la drosophile.

D. KOSMAN AND E. BER./UNIVERSITY OF CALIFORNIA/SAN DIEGO

DAVID LAROUSSERIE

D'une rangée de l'amphi à l'autre, un objet vénérable circule de main en main. C'est un barreau de verre plat d'une quinzaine de centimètres de long. Sa coloration varie du rouge au transparent. Ce matériau a un peu plus de trente ans et c'est déjà une pièce historique. Il témoigne de la première fois que l'homme a fabriqué et surtout compris comment il pouvait donner et contrôler de la couleur sur le verre, grâce à des nanocristaux, parfois aussi dénommés « boîtes quantiques ».

Dans cet amphi de l'ESPCI ParisTech, l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris, plus d'une centaine de participants, venus célébrer la découverte de ce nanomatériau, écoutent l'histoire des pionniers et artisans de ce barreau, point de départ d'une petite révolution scientifique qui a émergé indépendamment, de part et d'autre du rideau de fer, au tout début des années 1980. Et qui promet aujourd'hui des ruptures technologiques dans les panneaux solaires, les écrans plats, l'imagerie médicale, le stockage de l'énergie...

« Nous étions mus par la curiosité et pas par les appels d'offres, omniprésents aujourd'hui », rappelle Alexander Efros, le théoricien de l'histoire. L'objet, en verre et chlorure de cuivre, a en fait été façonné par Alexei Eki-

mov, son voisin de laboratoire à Leningrad en 1981-1982. Le troisième acteur de l'aventure, l'Américain Louis Brus, fit sa découverte dans les célèbres Bell Labs. Tous les trois étaient présents à Paris pour ce colloque anniversaire. « Il est important de savoir d'où l'on vient pour savoir où aller », résume Benoît Dubertret, chercheur à l'ESPCI ParisTech et coorganisateur de l'événement.

Ces trois scientifiques ont été les premiers à réaliser des cristaux de taille plus que microscopique à base de matériaux semi-conducteurs comme le cadmium, le gallium, l'arsenic, le sélénium... Et à constater leurs remarquables propriétés optiques.

La couleur des vitraux d'église et de cathédrale provient d'ailleurs de telles particules dispersées dans une matrice solide. Mais, avant ces travaux pionniers, personne ne comprenait l'origine physico-chimique de la couleur. Jusqu'aux conclusions surprenantes de ce trio : la surprise est qu'un seul paramètre suffit à expliquer le dégradé de couleurs observé : la taille. Ces poussières constituées de centaines d'atomes absorbent la lumière bleue et la réémettent en vert ou rouge selon leur taille – de l'ordre de quelques milliardièmes de mètre seulement, c'est-à-dire quelques nanomètres.

C'est le confinement dans les trois directions et la mécanique quantique qui expliquent l'émission de lumière à la suite de l'absorption de rayonnement bleu. La couleur, qui

dépend de la taille, est également très « piquée », idéale pour les pixels d'écrans plats ou pour renforcer la blancheur des diodes électroluminescentes. Autre avantage sur leurs concurrentes, les molécules fluorescentes organiques : leur qualité se détériore bien moins vite.

La pureté et la variété des couleurs permises ont rapidement séduit. A condition de maîtriser la recette de fabrication. « Il y a eu un avant et un après 1993 », rappelle Alexander

molécules biologiques sur ces nanocristaux afin d'identifier in vitro ou in vivo différentes protéines en imagerie. Depuis, les clichés des biologistes se parent de mille feux grâce à ces codes-barres lumineux.

En 2008, l'équipe de Benoît Dubertret fabrique des cristaux en forme de plaquette, à l'épaisseur contrôlée à l'atome près et à la couleur encore plus piquée. La start-up Nexdot, incubée à l'ESPCI, envisage d'utiliser le procédé pour des panneaux solaires ou des biomarqueurs médicaux.

« Le domaine est très concurrentiel », confirme Peter Reiss, du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), à Grenoble, autre organisateur de la conférence et qui travaille sur les mêmes domaines. Comme d'autres, il s'intéresse à de nouveaux matériaux comme l'indium ou le zinc, moins toxiques que le cadmium, le plomb ou le mercure, très utilisés jusque-là.

« En 2010, un cabinet de conseil avait présenté des estimations du marché. Je trouvais cela optimiste, mais je n'avais pas anticipé que ces cristaux iraient dans les écrans ! », s'amuse Alexei Ekimov. Résultat, le marché, présentant peu de produits, pourrait passer de 100 millions d'euros aujourd'hui à 3 milliards en 2020.

Alexander Efros, après avoir compris le secret des vitraux des églises, rêve de bâtir de nouvelles cathédrales en empilant ses nanocristaux les uns sur les autres en supercristaux. La recherche s'inscrit vraiment dans le temps long. ■

**Le marché
pourrait passer
de 100 millions
d'euros aujourd'hui
à 3 milliards
en 2020**

Efros, en résumant cette seconde partie de l'histoire. Cette année-là, Mounji Bawendi, étudiant de Louis Brus et aujourd'hui au Massachusetts Institute of Technology, expose un procédé permettant l'obtention de cristaux d'une taille précise à 5 % près.

En 1998, un autre élève de Brus, Paul Alivisatos, de l'université de Berkeley, montre comment fixer des