



Institut de physique
Résultat scientifique

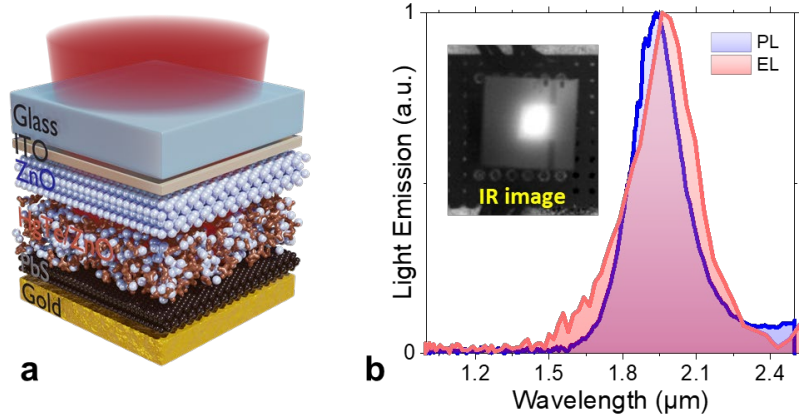
Une LED infrarouge à base de nanocristaux

Les diodes électroluminescentes ou LED, composants des ampoules basse consommation actuelles, sont développées aussi comme sources de lumière dans le domaine de l'infrarouge. Une nouvelle technologie à base de nanocristaux (quantum dots) vient d'être mise au point dans ce domaine spectral pour lequel il n'existait pas de source aussi efficace que les LED.

Les LED (diodes électroluminescentes) sont des sources lumineuses très efficaces, c'est-à-dire ayant un rendement de production de photons élevé, et donc un avantage énergétique majeur. Elles sont classiquement fabriquées à partir de dépôts de couches de semiconducteurs. Un nouveau type de LED voit le jour actuellement, à base cette fois de nanocristaux semiconducteurs. Ces nanocristaux ont notamment l'avantage d'être plus faciles à synthétiser et donc de conduire à des sources plus facilement accordables en longueur d'onde. Alors que cette nouvelle technologie est prête dans le domaine du visible, elle manque encore dans le domaine de l'infrarouge, et en particulier au-delà de l'infrarouge proche du visible, vers l'infrarouge dit moyen. Dans ce domaine, plus précisément dans la gamme 1,5 à 4 μm , il n'y a pas encore de sources lumineuses efficaces telles que le sont les LED, alors qu'elles seraient très utiles pour diverses applications telles que la spectroscopie des gaz, le contrôle qualité dans l'agroalimentaire ou la navigation aux instruments des avions.

Dans cette étude, les physiciens et les physiciennes ont conçu la première LED à base de nanocristaux fonctionnant au-dessus de 2 μm . Pour ce faire, un matériau luminescent lorsqu'il est excité électriquement (HgTe) est pris en sandwich entre une couche d'oxyde de zinc (ZnO) et une couche de sulfure de plomb (PbS), ces couches étant en charge de la conduction des électrons et des trous respectivement. Le dispositif atteint une efficacité comparable à celles des LED à la pointe de la technologie dans la même gamme de longueur d'onde (efficacité quantique externe de 0,3 %). Une faible tension d'activation de 0,6 eV et une irradiance jusqu'à 3 $\text{W sr}^{-1} \text{m}^{-2}$ sont également obtenus, ce qui est déjà compétitif dans cette gamme spectrale. Les mécanismes de fonctionnement du dispositif, en particulier le rôle de l'oxyde de zinc qui permet d'ajuster les charges et d'optimiser l'efficacité, sont élucidés de façon cohérente à l'aide de trois méthodes : la mesure du transport électrique, la spectroscopie de réflectivité transitoire et la photoémission de rayons X résolue en temps. Les travaux futurs se concentreront sur les performances du dispositif via l'amélioration de l'ajustement des potentiels électriques au sein des différentes couches et de l'extraction de la lumière. Ces travaux ont été conduits par l'Institut des nanosciences de Paris (INSP, CNRS/Sorbonne Université) en collaboration avec 5 autres laboratoires français¹. Ils sont publiés dans la revue *Nature Photonics*.

¹ Laboratoire d'optique appliquée ([LOA](#), CNRS/ENSTA Paris/Ecole Polytechnique)
Laboratoire de physique et d'étude des matériaux ([LPEM](#), CNRS/ESPCI/Sorbonne Université)
Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies ([C2N](#), CNRS/Université Paris-Saclay)
Synchrotron [SOLEIL](#)
The French Aerospace Lab ([ONERA](#))



Légende : (a) Schéma l'empilement de couches ITO / ZnO / HgTe:ZnO / PbS / Au constituant le nanocrystal de la LED. L'ITO est un oxyde d'indium dopé qui est transparent et au travers duquel a lieu l'extraction de la lumière (en rouge). (b) Spectres d'électroluminescence (lumière émise après excitation par un courant) et de photoluminescence (lumière émise après excitation par de la lumière visible) de la LED, tous deux centrés autour de 2 μm . Insert : image infrarouge de la LED en fonctionnement, la zone active fait environ 5 mm sur cette image.

Référence

Electroluminescence from nanocrystals above 2 μm . J. Qu, M. Weis, E. Izquierdo, S. G. Mizrahi, A. Chu, C. Dabard, C. Gréboval, E. Bossavit, Y. Prado, E. Péronne, S. Ithurria, G. Patriarche, M. G. Silly, G. Vincent, D. Boschetto, E. Lhuillier, *Nature Photonics*, paru le 13 décembre 2021.

DOI : [10.1038/s41566-021-00902-y](https://doi.org/10.1038/s41566-021-00902-y)

Archives ouvertes [HAL](#)

Contacts

Emmanuel Lhuillier | Chargé de recherche CNRS | INSP | emmanuel.lhuillier@insp.upmc.fr
Communication INP-CNRS | inp.com@cnrs.fr