



Institut de physique  
Actualité scientifique

## Des nanocristaux pour créer des UV à partir du rayonnement solaire

**Des physiciens et des chimistes ont mis au point des nanomatériaux capables d'additionner efficacement l'énergie de photons de différentes « couleurs » pour en faire des photons ultra-violetes de plus haute énergie capables d'accélérer des réactions chimiques en stimulant l'effet photocatalytique.**

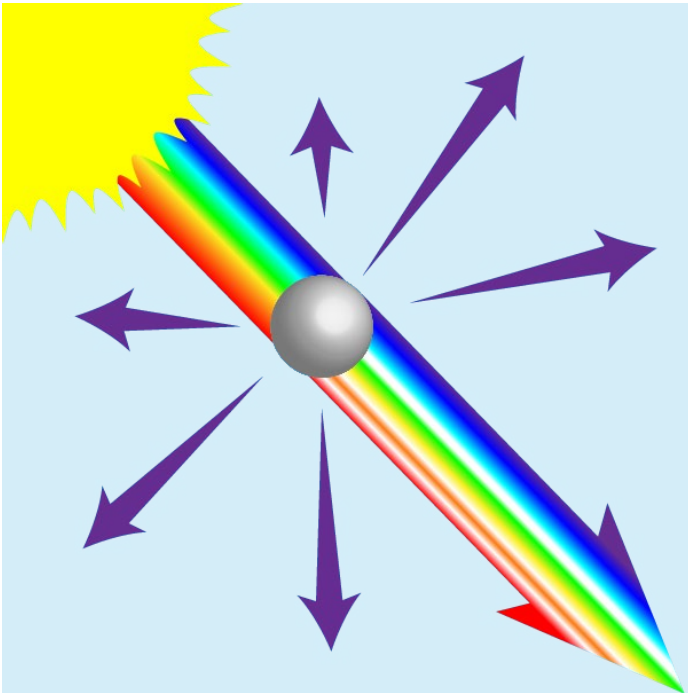
Pour certains types de réactions chimiques, la lumière agit comme une source d'énergie qui, combinée à un photocatalyseur, permet de démultiplier leur efficacité. C'est le cas pour la photosynthèse mais aussi pour les réactions en œuvre dans les revêtements dépolluants – ou autonettoyants, ou encore pour de nombreuses synthèses industrielles. Ces réactions impliquent des matériaux photocatalytiques qui vont absorber la lumière. Souvent, seuls les UV, soit environ 1 % des photons reçus par la Terre, sont vraiment utilisés pour la réaction. Les recherches ont longtemps porté sur le développement de nouveaux matériaux qui puissent être efficaces sur des gammes de longueurs d'onde plus larges, mais n'ont pas permis de résoudre tous les problèmes rencontrés en terme de synthèse et d'efficacité. Depuis quelques années, une autre stratégie est explorée, qui vise à utiliser des matériaux capables de convertir des photons de faible énergie en photons de plus haute énergie. Ces matériaux, dits à « upconversion », connaissent un regain d'intérêt depuis le début des années 2000 avec la possibilité de les synthétiser sous forme nanométrique.

En étudiant en détail les phénomènes d'absorption, de transfert d'énergie et d'émission au sein de certains de ces matériaux, des physiciens et des chimistes de l'Institut lumière matière (ILM, CNRS/Univ. Lyon 1), en collaboration avec l'Institut de recherches sur l'environnement et la catalyse de Lyon (IRCELYON, CNRS/Univ. Lyon 1), ont montré qu'ils pouvaient servir de manière très efficace à additionner l'énergie des photons gaspillés pour générer des photons de plus haute énergie, utiles aux photocatalyseurs les plus classiques. Ces résultats sont publiés dans la revue *ACS Photonics*.

L'idée principale est de combiner plusieurs sources de lumières (laser, diodes) du domaine spectral infrarouge et bleu afin de mettre en évidence l'émission UV issue des différentes étapes d'absorption, puis d'étudier la dépendance de cette émission UV à la densité de flux lumineux. Dans les systèmes à « upconversion » classiques utilisant une seule longueur d'onde d'excitation, l'intensité d'excitation doit être très importante pour observer une émission d'UV. En combinant plusieurs faisceaux de couleurs différentes, les chercheurs ont montré que le mécanisme devient linéaire vis-à-vis de chaque longueur d'onde utile et que les intensités nécessaires sont ainsi divisées par 1000. Il en est de même dans le cas d'un éclairage solaire à spectre large. Pour appliquer ces résultats à la photocatalyse, il faut disposer de nanocristaux dont les rendements d'up-conversion sont proches de ceux observés dans les monocristaux. Les chercheurs ont ainsi développé une méthode de synthèse spécifique, utilisant des précurseurs originaux. Ceux-ci doivent notamment être totalement privés d'eau, de telle sorte à obtenir des nanocristaux sans groupements OH en surface, ces derniers ayant la particularité de diminuer l'émission lumineuse.

Pour la preuve de concept, l'équipe a mis en évidence cet effet à l'aide d'expériences simulant un flux solaire d'une journée ensoleillée : le matériau dans ces conditions réémet des UV en excès. Ce travail permet d'envisager le développement de nouveaux photocatalyseurs plus efficaces, même en intérieur, permettant de réduire les temps de production et la quantité de catalyseur utilisé.





© C. Dujardin (ILM, CNRS/Univ. Lyon 1)

**Le nanomatériau (en gris) absorbe des photons de différentes longueurs d'ondes, et les additionnent pour émettre uniquement des photons ultraviolets.**

## Bibliographie

---

**Multicolor Solar Absorption as a Synergetic UV Upconversion Enhancement Mechanism in  $\text{LiYF}_4:\text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}$  Nanocrystals.** Bhagyesh Purohit, Yannick Guyot, David Amans, Marie-France Joubert, Benoît Mahler, Shashank Mishra, Stéphane Daniele, Christophe Dujardin et Gilles Ledoux, *ACS Photonics*, le 3 décembre 2019.

DOI: 10.1021/acsp Photonics.9b01151

Article disponible sur la base d'archives ouvertes [HAL](#).

## Contacts

---

**Gilles Ledoux** | Directeur de recherche au CNRS | Institut lumière matière | [gilles.ledoux@univ-lyon1.fr](mailto:gilles.ledoux@univ-lyon1.fr)  
**Communication INP** | [inp.com@cnrs.fr](mailto:inp.com@cnrs.fr)

