

Communiqué de presse – Limoges, le 17/03/2026

La transition métal-isolant au bénéfice de la photocatalyse

Une avancée majeure en photocatalyse : le dioxyde de vanadium ouvre une nouvelle voie pour la conversion sélective du méthane. Transformer efficacement le méthane à l'aide de la lumière constitue l'un des défis majeurs de la photocatalyse moderne. Une équipe de chercheurs de l'Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie (IEMN - CNRS/Université de Lille/Junia/Centrale Lille/Université Polytechnique Hauts-de-France) et de l'Unité de Catalyse et de Chimie du Solide (UCCS - CNRS/Université de Lille/Centrale Lille/Université d'Artois), en collaboration avec le laboratoire XLIM (CNRS/Université de Limoges) et le LPEM (ESPCI/CNRS/PSL/Université Sorbonne) démontre aujourd'hui une approche radicalement nouvelle, fondée sur l'exploitation de la transition isolant-métal du dioxyde de vanadium (VO_2), permettant d'atteindre des performances et une sélectivité inédites.

Le rôle d'un photocatalyseur est de convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique en générant des charges capables d'activer des réactions à sa surface. Or, dans la plupart des matériaux, ces charges se recombinent rapidement ou perdent leur énergie avant d'atteindre les sites réactionnels, limitant fortement l'efficacité globale. Le dioxyde de vanadium se distingue par un comportement électronique unique : à 68 °C, il subit une transition isolant-métal qui divise le matériau en domaines métalliques et isolants. Les interfaces entre ces domaines forment un réseau dense de jonctions électroniques, particulièrement efficace pour séparer et transporter les charges photogénérées.

En exploitant cette propriété intrinsèque, des films minces de VO_2 déposés sur saphir ont permis de réaliser la photocatalyse du méthane avec une efficacité remarquable. Sous illumination, ces films conduisent à la formation de dihydrogène, d'éthane et de propane, avec un pic de production précisément à 68 °C, lorsque la densité de jonctions est maximale. Ce comportement constitue une démonstration directe du rôle clé joué par la transition isolant-métal dans l'activation photocatalytique.

Plus remarquable encore, la transition peut être déclenchée électriquement à plus basse température grâce à des électrodes fabriquées à l'IEMN, l'une des 5 centrales de micro-nanotechnologie du réseau RENATECH. L'application d'un champ électrique réduit alors fortement le piégeage des charges par les défauts du matériau et conduit à une conversion record du méthane, atteignant une mole par gramme de vanadium après six heures d'illumination, avec une efficacité quantique de 7,6 % à 340 nm – des valeurs parmi les plus élevées jamais rapportées pour ce type de réaction.

Enfin, en ajustant l'épaisseur des films de VO_2 , les chercheurs parviennent à orienter totalement la réaction vers la formation de propane, atteignant une sélectivité de 100 %. Une telle maîtrise simultanée de l'efficacité et de la sélectivité positionne le VO_2 comme un photocatalyseur particulièrement prometteur. Ces résultats ouvrent une perspective nouvelle pour la valorisation du méthane et pourraient, à terme, offrir une alternative plus sobre en énergie et moins émettrice de

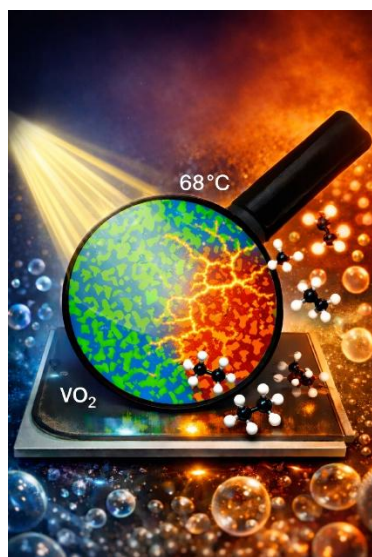
CO₂ au fractionnement industriel du méthane, aujourd'hui indispensable à la production de propane liquide. L'exploitation contrôlée des transitions électroniques apparaît ainsi comme un levier puissant pour la photocatalyse de demain. La publication est à retrouver dans *Nature Energy*.

Résumé court si besoin:

L'efficacité d'un photocatalyseur dans une réaction chimique dépend non seulement de son aptitude à absorber la lumière, mais également de sa capacité à transférer les charges photo-induites jusqu'à sa surface. Une solution pour éviter la perte de ces charges avant qu'elles n'atteignent la surface repose sur la création de jonctions électroniques au sein du photocatalyseur. En tirant parti du réseau de jonctions qui est engendré naturellement dans le dioxyde de vanadium (VO₂) lorsque ce matériau subit une transition métal-isolant, une conversion photocatalytique record de méthane en dihydrogène, éthane et propane a été obtenue à partir de films minces de VO₂. La réduction de l'épaisseur des films à moins de 50 nm rend la réaction sélective pour le propane, faisant de cette approche une alternative prometteuse et beaucoup moins polluante que le fractionnement industriel du gaz naturel.

Références :

Exploiting the insulator-metal transition of VO₂ in photocatalytic methane conversion, My Nghe Tran, Duc Manh Nguyen, Matthieu Kpessu Ahounou, Ernesto de la Torre Miranda, Melissa Alzate Banguero, David Troadec, Christophe Coinon, Ahmed Addad, Karima Ben Tayeb, Alexandre Boule, Pascale Diener, David Mele, Louis Thomas, Xavier Wallart, Lionel Aigouy, Alexandre Zimmers, Aurelian Crunteanu, Vitaly Ordonsky, Bruno Grandidier, *Nature Energy*, 2026, <https://www.nature.com/articles/s41560-026-02013-w>



Contact :

Contact
Johanna GAUDUFFE, Chargée de communication – XLIM 0659979071/
johanna.gauduffe@unilim.fr