

## Prix et distinctions



### Marc Mauduit, prix Minafin de l'Académie des sciences

Le prix Minafin de l'Académie des sciences distingue chaque année un chimiste ayant été particulièrement actif dans le domaine des innovations liées à la chimie organique en harmonie avec le développement durable\*.

Les travaux de Marc Mauduit, directeur de recherche CNRS à l'École nationale supérieure de chimie de Rennes et membre de l'Institut des sciences chimiques de Rennes, se situent dans le domaine de la catalyse organométallique pour une chimie durable. Il s'intéresse notamment à la conception de ligands ancillaires carbéniques innovants, aisément accessibles et modulables, qui confèrent aux métaux de transition des propriétés inédites. Son équipe développe ainsi des procédés catalytiques éco-efficaces capables de transformer la biomasse en molécules d'intérêt ou de produire des édifices moléculaires complexes contenant divers motifs chiraux.

\*Voir *L'Act.Chim.*, 478, p. 48.

## Recherche et développement

### Une technologie pour « voir » dans les batteries commerciales



Batterie traversée par une fibre optique en verre de chalcogénure permettant de transporter de la lumière dans le domaine infrarouge. L'interaction de cette lumière avec les constituants de la batterie permet d'identifier et de suivre les molécules chimiques présentes autour de la fibre.  
© Frédérique PLAS/CSE/CNRS Photothèque.

Les batteries offrent la capacité de stocker de l'énergie sous forme chimique : lors de la charge, le courant force des réactions chimiques et l'énergie se stocke, puis lors de la décharge une réaction électrochimique spontanée engendre le déplacement inverse des électrons dans le système. L'énergie est libérée pour créer un courant électrique. Contrôler et étudier la chimie d'une batterie est donc crucial pour comprendre son fonctionnement, mais aussi améliorer sa conception. Si l'exercice est aisé en laboratoire, il l'est beaucoup moins lorsqu'elle est intégrée dans un système. Une équipe de recherche multidisciplinaire\* dirigée par des scientifiques du Laboratoire Chimie du solide et de l'énergie (CNRS/Collège de France/Sorbonne Université) vient de mettre au

point une méthode pour suivre l'évolution de la chimie d'une batterie commerciale, en direct, au cours de sa charge ou de sa décharge. La technologie repose sur le transport de la lumière infrarouge dans des fibres optiques en verre de chalcogénure placées à travers une batterie. L'interaction de cette lumière avec les constituants de la batterie permet d'identifier et de suivre les molécules chimiques présentes autour de la fibre. Les chercheurs ont ainsi pu observer l'évolution des électrolytes ainsi que l'insertion/extraction des ions sodium-lithium dans les électrodes en fonction de la charge. Et cela alors qu'elle était en cours d'utilisation, une première ! Avec ce système, les scientifiques ont également pu étudier l'interface entre l'électrolyte et le matériau d'électrode négative appelée « solid electrolyte interphase » (SEI). Cette couche à la fois conductrice d'ions et isolante des électrons détermine la longévité des batteries. L'équipe a notamment pu suivre *in situ* la nature des espèces chimiques participant à la nucléation et à la croissance de la SEI qui se met en place lors de la toute première charge d'une batterie.

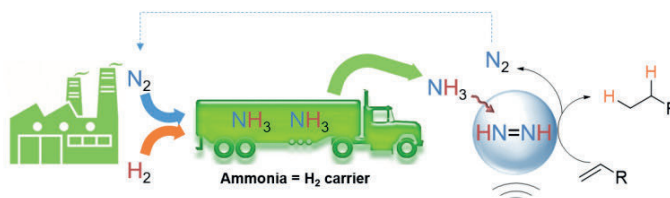
D'un point de vue pratique, ces résultats ouvrent la voie vers une conception facilitée et améliorée des batteries. Actuellement, l'optimisation des électrolytes et protocoles tests de charge est longue pour trouver la meilleure option pour une SEI idéale, et ainsi améliorer la longévité d'une batterie. Avec cette nouvelle méthode inédite, il est possible de voir rapidement et précisément comment chaque élément de la recette évolue, interagit avec les autres et influence les performances de la batterie. L'équipe de recherche poursuit ses travaux en se concentrant sur la SEI et espère pouvoir révéler tous ses secrets.

\*Source : CNRS, 07/11/2022.

Réf. : J.-M. Tarascon *et al.*, Unlocking cell chemistry evolution with in-operando fiber optic IR spectroscopy in commercial Na(Li)-ion batteries, *Nature Energy*, 2022, DOI:10.1038/s41560-022-01141-3

\*En France, ces recherches ont également impliqué des équipes de l'Institut des sciences chimiques de Rennes (ISCR, CNRS/École nationale supérieure de chimie de Rennes/Université Rennes 1) et de l'Institut Charles Gerhardt Montpellier (ICGM, CNRS/École nationale supérieure de chimie de Montpellier/Université de Montpellier). Elles ont été menées dans le cadre du Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie (RS2E).

### Un procédé à base d'ultrasons pour éviter les catalyseurs métalliques



Un nouveau procédé qui utilise les ultrasons permet l'hydrogénation d'alcènes en alcanes à température ambiante et sans catalyseur en partant de l'ammoniac et avec comme seul co-produit de l'azote. © François Jérôme.

La transformation d'alcènes en alcanes par hydrogénation sélective de doubles liaisons carbone-carbone est l'une des réactions fondamentales pour la synthèse et la fabrication de produits chimiques en industrie. Les procédés actuels utilisent pour cela de l'hydrogène sous pression et souvent des catalyseurs à base de métaux rares comme le palladium, le platine ou le ruthénium. Dans le contexte actuel où l'ammoniac  $\text{NH}_3$  est à présent considéré comme le futur vecteur d'hydrogène,

un nouveau défi sociétal majeur serait de réaliser des réactions d'hydrogénation directement au départ d'ammoniac et dans des conditions douces, plutôt que de passer par l'étape de formation et utilisation d'hydrogène. Cependant, l'utilisation de l'ammoniac dans ces réactions nécessite de surmonter des verrous scientifiques importants, notamment l'activation de la liaison N-H qui est très robuste. Cette liaison est très souvent activée par des catalyseurs, mais elle nécessite des conditions sévères de pression et de température peu compatibles avec la stabilité des alcènes à réduire.

Dans ce contexte, une équipe de chimistes de l'Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers (CNRS/Université de Poitiers), de l'Institut de chimie séparative de Marcoule (CNRS/CEA/École nationale supérieure de chimie de Montpellier) et du laboratoire international de recherche Eco-Efficient Products & Processes Laboratory (CNRS/Rhodia Operations) a récemment proposé de substituer cette activation catalytique de l'ammoniac par une activation ultrasonore à haute fréquence. Lors de l'irradiation ultrasonore d'une solution aqueuse d'ammoniac, des bulles de cavitation se forment. Ces bulles, où règnent des conditions de pression et de température très élevées (> 5 000 K, > 100 bar), agissent comme des microréacteurs pour l'activation du  $\text{NH}_3$ . En présence d'un alcène comme le n-octène, cette activation *in situ* initie l'hydrogénation des doubles liaisons dans l'eau, avec comme seul co-produit de l'azote. Si, à l'intérieur des bulles, il existe des conditions extrêmes de température et de pression, le milieu réactionnel peut quant à lui être maintenu proche de l'ambiante, ce qui évite la dégradation des alcènes.

Par rapport aux procédés classiques, cette technologie permet de réaliser l'hydrogénation des alcènes en alcanes en l'absence de catalyseur et d'hydrogène, le tout « simplement » en utilisant de l'ammoniac et une onde ultrasonore. Avec le dégagement de  $\text{N}_2$  comme seul coproduit, ce sont les avantages notables de ce procédé.

• Source : CNRS, 08/11/2022.

Réf. : A. Humblot, T. Chave, P.N. Amaniampong, S. Streiff, F. Jérôme, Sonochemically-induced reduction of alkenes to alkanes with ammonia, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2022, <https://doi.org/10.1002/anie.202212719>

## Industrie

### Les lauréats du prix Pierre Potier 2022

Créé en 2006 avec le ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie et porté aujourd'hui par la Fondation de la Maison de la Chimie et France Chimie, le prix Pierre Potier a pour objectif d'encourager les innovations des entreprises de la chimie en faveur du développement durable et de favoriser les démarches écoresponsables.

Voici les lauréats de la 15<sup>e</sup> édition :

- **Trophée à Solvay** pour le développement d'Alve-One® Solutions, une génération d'agents moussants pour les plastiques, performants, compétitifs, qui se différencient par une empreinte environnementale plus favorable et le fait qu'ils ne présentent pas de risque d'exposition pour les utilisateurs, tout au long de la chaîne de valeurs. Alve-One® Solutions vise une large gamme d'applications parmi lesquelles le bâtiment et la construction (revêtements de sols, papiers peints, décoration), l'automobile (simili cuir, panneaux intérieurs), le domaine des chaussures. Ces formulations conviennent à la plupart des thermoplastiques actuellement expansés.



- **Médaille à Arkema** et sa filiale **Bostik** pour le développement de l'UHP 200, un système adhésif modulaire pour emballages alimentaires, répondant aux diverses exigences du marché : adhésion sur tous types de substrat flexible, résistance à la pasteurisation, à la stérilisation et à l'emboutissage. Ce système modulaire peut être combiné à différents durcisseurs (Purbinder C1, C10 et CX) afin de répondre aux exigences du marché.

- **Médaille à SurfactGreen** pour le développement de CosmeGreen, un tensioactif cationique 100 % d'origine naturelle, non toxique et biodégradable, performant et écoresponsable pour une cosmétique plus « verte ». Ces tensioactifs sont largement utilisés pour les produits de soin capillaire (après-shampooings et shampooings 2 en 1).

### Prix Pierre Potier des lycéens

Pour la 4<sup>e</sup> année, France Chimie et le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse ont décerné un prix Pierre Potier des lycéens, avec le soutien de la Fondation de la Maison de la Chimie et du Réseau des Jeunes Chimistes de la Société Chimique de France (RJ-SCF). Près de 8 000 jeunes de 300 classes ont étudié les dossiers de onze entreprises candidates et voté en faveur de leur projet favori à l'issue d'une séance de débats et d'échanges en classe en présence d'un représentant de l'industrie ou d'un chercheur académique\*.

- **Trophée à HIPERSSYS** (High Power & Energy Rechargeable Storage Systems), pour le développement de batteries rechargeables nouvelle génération et éco-responsables. HIPERSSYS développe des batteries lithium/soufre et silicium/soufre dont l'énergie théorique est au moins cinq fois supérieure à celle des batteries Li-ion commerciales actuelles.

• Source : France Chimie, 27/10/2022.

\*[www.francechimie.fr/les-6-projets-nomines-du-prix-pierre-potier-des-lyceens-2022](http://www.francechimie.fr/les-6-projets-nomines-du-prix-pierre-potier-des-lyceens-2022)