

## Prix et distinctions

### Médaille de bronze du CNRS 2023

*La Médaille de bronze récompense le premier travail d'un chercheur ou enseignant-chercheur prometteur dans son domaine.*



© Faustine Romero DR13.

#### • Yaovi Holade

Maître de conférences à l'École nationale supérieure de chimie de Montpellier et membre de l'Institut européen des membranes (CNRS/ENSCM/Université de Montpellier), Yaovi Holade est un spécialiste des matériaux nanostructurés à destination des piles à combustible et des électrolyseurs pour l'hydrogène.

Yaovi Holade s'est formé à l'électrochimie à l'Université de Poitiers dès son master puis sa thèse soutenue en 2015. Après un séjour postdoctoral à l'Université d'Utah (États-Unis), il oriente ses recherches sur l'étude expérimentale et théorique des principes du remplacement galvanique à l'échelle mésoscopique et aux applications qui en découlent dans les domaines de l'énergie et de l'environnement. Le remplacement galvanique consiste en un échange d'atomes métalliques entre une surface et un électrolyte et permet, par exemple, de réaliser des nanostructures complexes. Il conçoit ainsi des composants qui améliorent les performances des piles à combustible et des électrolyseurs à membrane pour la production d'hydrogène vert. D'un point de vue plus fondamental, il a quantifié le changement de potentiel électrique lors du remplacement galvanique de l'argent par de l'or et a développé des solutions d'électrochimie analytique pour identifier certains mécanismes réactionnels.



© Sabrina Nehmar.

#### • Emmanuelle Jal

Emmanuelle Jal est chargée de recherche au Laboratoire de chimie physique - matière et rayonnement (LCPMR, CNRS/Sorbonne Université), spécialiste des phénomènes magnétiques ultra rapides au sein de l'équipe «Systèmes fortement corrélés – matériaux magnétiques».

Après une thèse réalisée à l'Institut Néel de Grenoble sur l'étude du profil d'aimantation au sein de films minces magnétiques de fer, Emmanuelle Jal a effectué un postdoctorat au Laboratoire national de l'accélérateur SLAC (Stanford, États-Unis) puis au LCPMR, avant d'être recrutée au CNRS en 2017. Elle conduit depuis des recherches dans le domaine du magnétisme, en particulier sur les phénomènes de désaimantation ultra rapide de films minces magnétiques. Ses travaux ouvrent des voies de recherche dans le domaine du femto-magnétisme afin de mieux comprendre la désaimantation ultra rapide et le mécanisme physique sous-jacent, alors que plusieurs modèles théoriques s'affrontent depuis trente ans. Elle a développé de nombreuses collaborations nationales et internationales. Lors de l'ouverture en 2019 de la ligne de lumière de rayons X mous du laser européen à électrons libres European XFEL, elle a coordonné une expérience rassemblant plus de trente scientifiques de cinq pays. Elle est aussi impliquée dans la communauté magnétique européenne ainsi que dans les réflexions menées sur l'empreinte carbone de la recherche.



© Arlette Kpebe.

#### • Hélène Launay

Chargée de recherche au Laboratoire Bioénergétique et ingénierie des protéines (BIP, CNRS/Aix-Marseille Université), Hélène Launay déchiffre les régulations impliquées dans l'assimilation du CO<sub>2</sub> chez les microalgues. Spécialisée en biochimie structurale qu'elle étudie grâce à la résonance magnétique nucléaire (RMN), elle a forgé son expertise dans cette technique au cours de son doctorat et de ses deux postdoctorats. Entrée au BIP en 2018, elle étudie l'acquisition et l'assimilation du CO<sub>2</sub> par les microalgues, un processus particulier puisque le CO<sub>2</sub> dissous dans l'eau est moins accessible que le CO<sub>2</sub> gazeux. Cela se traduit par des mécanismes de concentration du CO<sub>2</sub> au sein du chloroplaste, le compartiment où ont lieu les réactions biochimiques de la photosynthèse. Les enzymes impliquées ne sont pas directement photosensibles, mais sont régulées par différentes transitions chimiques et structurales. Pour les décrypter, elle cultive des microalgues, dont des lignées mutantes qui expriment différemment les protéines et les enzymes. Elle compare ensuite leurs propriétés dans des milieux aqueux simples, des milieux qui miment l'environnement cellulaire et même *in cellula*.



© Sabrina Nehmar.

#### • Guillaume Lefèvre

Chargé de recherche à l'Institute of chemistry for life and health sciences (i-CLeHS, CNRS/Chimie ParisTech – PSL), Guillaume Lefèvre explore le potentiel des complexes organométalliques pour la catalyse.

Après une thèse sur la catalyse avec des métaux de transition, Guillaume Lefèvre est recruté par le CNRS en 2014 pour travailler sur la valorisation du CO<sub>2</sub> et de ses dérivés monocarbonés, comme le méthanol. Il développe et étudie de nouveaux complexes de fer au pouvoir catalytique et a fondé un groupe sur le sujet lors de son entrée à l'i-CLeHS en 2019. Il explore en effet le pouvoir catalytique des métaux non nobles, moins chers et plus disponibles. Il s'intéresse aux complexes de fer à basse valence, c'est-à-dire aux états d'oxydation inhabituels. Il analyse les mécanismes réactionnels des processus associés en combinant spectroscopie et modélisation informatique adaptée à la chimie. Guillaume Lefèvre conjugue les aspects fondamentaux et plus appliqués de ces systèmes, entre autres au travers d'un projet ERC dédié au développement de nouvelles plateformes organométalliques et du laboratoire commun Pherochem, consacré à la synthèse de phéromones d'insectes pour remplacer les pesticides.



© Sabrina Nehmar.

#### • Leïla Perié

Directrice de recherche en biologie cellulaire au Laboratoire physico-chimie Curie (CNRS/Institut Curie/Sorbonne Université), Leïla Perié est spécialiste de la différenciation cellulaire des cellules sanguines.

Leïla Perié mène des recherches originales sur la production des cellules immunitaires et sanguines et comment celle-ci s'adapte aux demandes changeantes de l'organisme. Elle utilise des modèles mathématiques et des techniques expérimentales de pointe lui permettant de suivre

le processus de division et de différenciation des cellules individuelles. Cette approche, menée sur des modèles murins, lui a notamment permis de remettre en cause le modèle existant de production des cellules immunitaires et des globules rouges. La chercheuse et son équipe ont également réussi à prédire le nombre de cellules produites par jour, ainsi que les besoins métaboliques associés. Ils ont également montré que le mécanisme de division cellulaire n'était pas toujours connecté au processus de différenciation cellulaire. Désormais, la chercheuse s'attelle à développer des outils quantitatifs afin d'étudier la production de cellules sanguines humaines. En parallèle de ses recherches, Leila Perié a également mis en place et codirige la plateforme technologique d'étude des cellules uniques de l'Institut Curie.



© Olivier Fely.

#### • Daniele Preziosi

Chargé de recherche à l'Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg (IPCMS, CNRS/Université de Strasbourg), Daniele Preziosi étudie la croissance et les propriétés physiques de couches minces d'oxydes complexes.

Daniele Preziosi a obtenu son doctorat au Max Planck Institute of Microstructure Physics en Allemagne, puis a effectué un postdoctorat à l'UMPhy CNRS-Thalès (Unité mixte de physique) avant d'être engagé à l'IPCMS en 2017. Il cherche à maîtriser les phénomènes physiques qui se déroulent dans des hétérostructures de couches d'oxydes, notamment à base de nickel, à électrons fortement corrélés, qui interagissent avec ceux des autres couches. Daniele Preziosi contrôle finement les structures cristallographiques et électroniques de ces matériaux, via leur croissance par ablation laser pulsé, puis les caractérise avec des techniques originales de rayonnement synchrotron. Malgré la difficulté des caractérisations liée à la très faible quantité de matière présente dans les films minces, il explore la répartition des charges et des spins dans ces matériaux, en lien avec leurs propriétés supraconductrices. L'objectif est, à terme, de les utiliser pour développer une nouvelle génération de composants électroniques efficaces et sobres en énergie.



© Thomas Hermans.

#### • Amparo Ruiz Carretero

Chargée de recherche à l'Institut Charles Sadron, Amparo Ruiz Carretero est responsable de l'équipe SYCOMMOR dédiée à la synthèse et à l'étude de matériaux pour l'électronique organique.

Après un doctorat obtenu en Espagne en 2009 et des postdoctorats aux Pays-Bas et aux États-Unis, Amparo Ruiz Carretero a été recrutée au CNRS en 2015. Elle est spécialisée en chimie supramoléculaire où les atomes et molécules sont assemblés autrement que par les seuls partages d'électrons. Elle explore par exemple l'influence des liaisons hydrogène, réversibles et donc plus modulables, sur les propriétés opto-électroniques des matériaux. Elle développe ainsi une électronique supramoléculaire où elle synthétise et fonctionnalise des matériaux semi-conducteurs à partir de molécules organiques qui s'assemblent toutes seules, dont la dicétopyrrolopyrrole, le pigment rouge Ferrari. Ses travaux touchent même à la spintronique, avec l'utilisation de molécules chirales pour contrôler le spin d'un matériau afin de mieux diriger les charges électroniques en son sein. Soucieuse de la transition énergétique, Amparo Ruiz Carretero souhaite

## Grand prix scientifique franco-taiwanais 2023

### Appel à candidatures

L'Académie des sciences et le National Science and Technology Council (NSTC) de Taïwan attribuent chaque année un grand prix scientifique à une équipe de chercheurs – l'un travaillant dans une institution taiwanaise et l'autre dans une institution française – pour leurs travaux scientifiques intéressants les deux régions. Le montant du prix (38 200 €) est partagé à parts égales entre les lauréats de l'année. En 2022, le prix avait été attribué à Olivier Soppera, directeur de recherche CNRS à l'Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (Université de Haute-Alsace, Mulhouse) et à Hsiao-Wen Zan, professeure à l'Université nationale Yang Ming Chiao à Taïwan, en reconnaissance de leurs travaux sur la mise au point de matériaux et procédés laser pour l'élaboration de capteurs à base d'oxydes métalliques utilisés dans le cadre d'applications pour la santé.

**Date limite d'envoi des dossiers de candidature : 19 juin 2023.**

• [www.academie-sciences.fr/fr/Appel-a-candidature/grand-prix-scientifique-franco-taiwanais.html](http://www.academie-sciences.fr/fr/Appel-a-candidature/grand-prix-scientifique-franco-taiwanais.html)

améliorer l'efficacité des composants des cellules photovoltaïques organiques.



© Tanguy Le Bahers.

#### • Stephan Steinmann

Chargé de recherche au Laboratoire de chimie de l'École normale supérieure de Lyon (CNRS/ENS de Lyon), Stephan Steinmann est un spécialiste des modélisations moléculaires des interfaces solide/liquide et solide/gaz.

Après son doctorat obtenu à l'École polytechnique fédérale de Lausanne, Stephan Steinmann est recruté en 2016 par le CNRS pour explorer la catalyse hétérogène où le catalyseur est un solide et les réactifs sont soit en phase gazeuse, soit en solution. Il aborde cette question par la simulation moléculaire, qu'il pousse à toujours plus de réalisme en combinant mécanique quantique, mécanique moléculaire et intelligence artificielle. Ses avancées méthodologiques ont abouti au développement de plusieurs logiciels libres, notamment dans le cadre de partenariats industriels. Ses modèles aident en particulier à prévoir les performances de l'électrocatalyse hétérogène, c'est-à-dire stimulée par un courant électrique et en présence d'un électrolyte. Stephan Steinmann vise ainsi à améliorer l'utilisation et le stockage des énergies renouvelables, ce qui concerne des domaines comme le solaire, l'hydrogène et la conversion de la biomasse.

### Tatiana Besset, lauréate du prix « RSC Fluorine award » 2023



© Tatiana Besset.

C'est la première fois que ce prix de la Royal Society of Chemistry est remis à une scientifique française.

Tatiana Besset est chercheuse au CNRS dans le Laboratoire Chimie organique, bioorganique: réactivité et analyse (COBRA, CNRS/INSA Rouen/Université de Rouen Normandie).

Après son doctorat effectué auprès d'Andrew Greene (Université de Grenoble), suivi d'études postdoctorales avec Frank

Glorius (Université de Münster, Allemagne) et Joost Reek (Université d'Amsterdam, Pays-Bas), elle a été recrutée au CNRS en 2012 au sein du groupe de Xavier Pannecoucke « Synthèse de biomolécules fluorées » (UMR 6014 COBRA), actuellement dirigé par Philippe Jubault.

Ses travaux se concentrent sur le développement de nouvelles stratégies mettant en jeu la catalyse par des métaux de transition (activation des liaisons C-H) appliquées à la synthèse innovante de nouveaux synthons organiques et en particulier de dérivés fluorés. Auteure de plus de 80 articles, elle s'est dernièrement intéressée à des réactions d'(éthoxycarbonyl) difluorométhylthiolation catalysées au palladium et au développement de réactifs électrophiles pour l'introduction directe de groupes fluorés émergents dans des molécules (e.g.  $\text{SCF}_2\text{PO}(\text{OEt})_2$  et  $\text{CF}_2\text{SO}_2\text{Ph}$ ).

Lauréate en 2017 d'une ERC Starting Grant, elle a reçu la Médaille de bronze du CNRS en 2018 et plus récemment a été élue « Chemistry Europe Fellows » (class 2020/2021).

• Source : CNRS, 13/04/2023.

## Recherche et développement

### Douze bourses « ERC Advanced » pour le CNRS

Le Conseil européen de la recherche (ERC) vient d'annoncer les résultats de l'appel « ERC Advanced Grant 2022 ». Cette année, le Conseil financera 218 chercheurs et chercheuses, pour un montant total de 544 millions d'euros (M€), dans le cadre du programme Horizon Europe. Ces bourses permettent à des scientifiques, reconnus dans leur domaine aux niveaux national et international, de mener des projets novateurs à haut risque qui ouvrent de nouvelles voies dans leur discipline ou dans d'autres domaines. Visant des chercheurs confirmés avec des résultats significatifs en matière de recherche au cours des dix dernières années, ces bourses se situent à un niveau d'expérience plus élevé que les bourses « Starting » (jusqu'à 1,5 M€, visant des porteurs de projets européens ayant obtenu leur doctorat deux à sept ans auparavant) et « Consolidator » (jusqu'à 2 M€, sept à douze ans après le doctorat). D'une durée de cinq ans, ces projets bénéficient chacun d'un budget maximum de 2,5 M€.

Parmi les candidatures, 23 % ont été déposées par des chercheuses, la proportion la plus élevée depuis le début du programme « Advanced ». Au total, environ 13,2 % des 1 647 projets candidats ont été financés, en lien avec des universités, des centres de recherche et des entreprises de vingt pays européens, la France comptant trente-deux lauréats.

Avec douze projets lauréats dont l'organisme est l'institution hôte, le CNRS cumule le plus de bourses à l'échelle européenne, devant le Weizmann Institute of Science (sept projets), les Universités d'Oxford et de Cambridge (quatre) ou encore l'Institut Max Planck (quatre). Ces projets concernent les sciences physiques, la chimie, les sciences de l'Univers et l'ingénierie (huit projets), les sciences de la vie incluant l'écologie et l'environnement (trois projets), ainsi que les sciences humaines et sociales (un projet).

Parmi les lauréats figurent :

- **Didier Bourissou**, directeur de recherche CNRS au Laboratoire Hétérochimie fondamentale et appliquée (CNRS/Université Toulouse Paul Sabatier), pour le projet Gold-Redox : « Pushing gold beyond its common redox states »\* ;

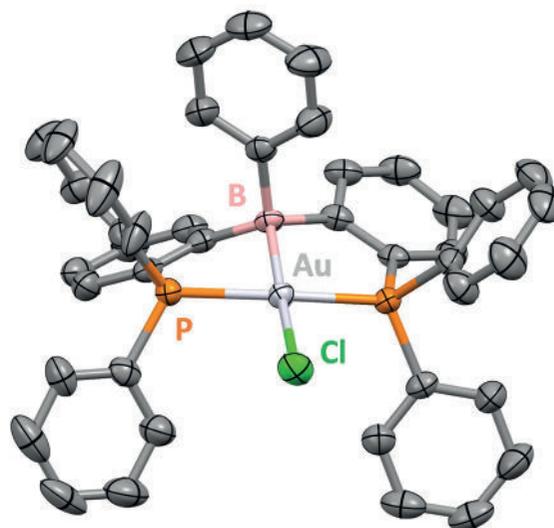
- **Philippe Poulin**, directeur de recherche CNRS au Centre de recherche Paul Pascal (CNRS/Université de Bordeaux), pour le projet Perla : « Percolation and conductivity in fluids containing rod-like particles »\*\*.

• Source : CNRS : 30/03/2023.

\* [www.inc.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/gold-redox-une-recherche-en-or](http://www.inc.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/gold-redox-une-recherche-en-or)

\*\* [www.inc.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/perla-vers-une-electronique-flexible-grace-aux-fluides-conducteurs](http://www.inc.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/perla-vers-une-electronique-flexible-grace-aux-fluides-conducteurs)

### Arrêt sur image sur les espèces réactives de catalyseurs au platine



© Didier Bourissou.

La catalyse à base de métaux rares et précieux reste incontournable pour de nombreux procédés de synthèse. Mais comment l'utiliser de façon la plus économe possible sans réellement comprendre la forme active de ces complexes métalliques ? La forme anionique (chargée négativement) a souvent été proposée comme la véritable espèce active dans d'importantes réactions catalysées par le nickel, le palladium ou le platine. Un exemple : la célèbre réaction de couplage croisé catalysée par le palladium, lauréate du prix Nobel de chimie en 2010. Malheureusement, ces complexes métalliques anioniques sont tellement riches en électrons qu'ils sont généralement trop instables pour être isolés et caractérisés pour en déterminer la structure moléculaire.

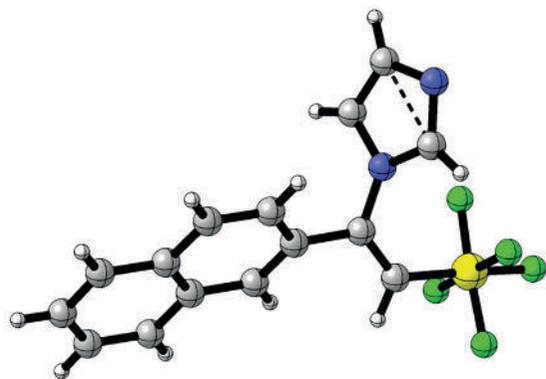
Une équipe franco-japonaise du CNRS (Laboratoire Hétérochimie fondamentale et appliquée de Toulouse (LHFA), CNRS/Université Paul Sabatier-Toulouse III), de la Graduate School of Science de l'Université publique d'Osaka et du National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) vient de réaliser la première analyse structurale de complexes anioniques du platine. Les scientifiques ont pour cela utilisé des ligands comportant un motif borane accepteur d'électrons et qui stabilisent le complexe anionique de platine.

Ces résultats n'apportent pas seulement un nouvel éclairage sur la structure et les propriétés de ces espèces hautement réactives, mais ouvrent également de nouvelles perspectives pour la stabilisation et l'optimisation d'intermédiaires catalytiques clés.

• Source : CNRS, 20/04/2023.

Réf. : H. Kameo, Y. Tanaka, Y. Shimoyama, D. Izumi, H. Matsuzaka, Y. Nakajima, P. Lavedan, A. Le Gac, D. Bourissou, Square-planar anionic Pt(0) complexes, *Angewandte Chemie Int. Ed.*, mars 2023, <https://doi.org/10.1002/anie.202301509>

## Chimie pharmaceutique : fluor et soufre font bon ménage



© Vincent Bizet.

On trouve fréquemment du fluor ou des motifs fluorés dans les composés bioactifs comme les médicaments, car ils rendent ces composés plus résistants aux processus oxydatifs qui peuvent rapidement les détruire dans l'organisme, mais aussi plus lipophiles (aptés à franchir les membranes cellulaires). Classiquement présent sous forme de groupement  $\text{CF}_3$  dont la chimie est bien connue, la rupture des liaisons carbone-fluor reste difficile à réaliser et rend délicate la biodégradation de la fraction métabolisée du médicament.

D'où l'idée de se tourner vers le groupement pentafluorosulfanyle ( $\text{SF}_5$ ), un petit nouveau en chimie médicinale, à l'avenir prometteur en raison de son efficacité thérapeutique différente et parfois supérieure à celle obtenue avec le motif  $\text{CF}_3$ . Accéder à une diversité de composés comportant le groupement pentafluorosulfanyle permettrait ensuite d'étudier ses aspects de biodégradabilité.

Les scientifiques du Laboratoire d'innovation moléculaire et applications (LIMA, UMR 7042 CNRS/Université de Haute-Alsace/Université de Strasbourg) et de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (IPREM, CNRS UMR 5254, pôle CAPT) ont ainsi mis au point de nouvelles voies de synthèse permettant de greffer des briques moléculaires  $\text{SF}_5$  sur de nombreux édifices moléculaires organiques présentant un intérêt thérapeutique. Pour cela, ils ont utilisé comme briques élémentaires des alcynes\* –  $\text{SF}_5$  dont la synthèse est bien connue. Ils sont ainsi parvenus à greffer de manière contrôlée, économe en atomes et dans des conditions douces, sur des endroits précis, de nombreux motifs organiques utilisés en chimie médicinale ou agrochimie.

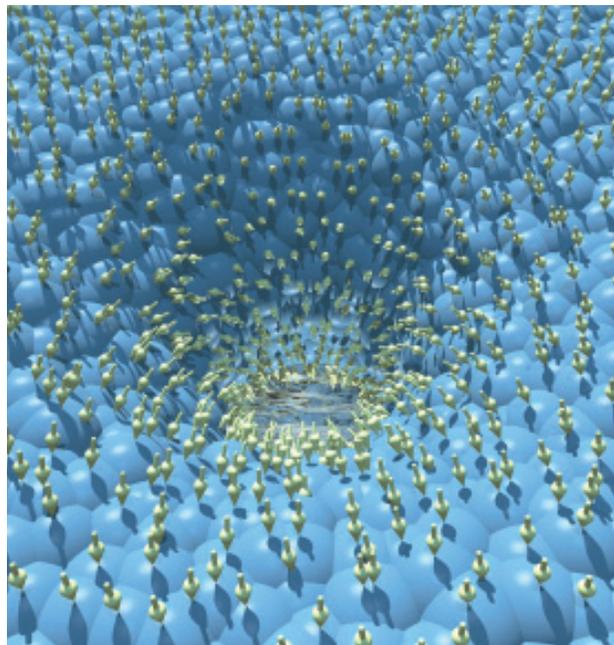
Les scientifiques ont également pu expliquer l'origine de la réactivité inédite de ces nouveaux composés par modélisation moléculaire (calculs DFT) en combinant le calcul des profils énergétiques de la réaction et des outils d'analyses de réactivité. Cette nouvelle chimie permet d'envisager l'insertion à volonté, de manière contrôlée, du motif  $\text{SF}_5$  dans de nombreux édifices moléculaires à vocation médicinale présentant des propriétés originales. Les premiers tests ont également montré qu'il était possible de greffer ce motif  $\text{SF}_5$ , de la même manière, sur des molécules issues du monde du vivant comme des briques élémentaires de l'ADN ou la théophylline contenue dans les feuilles de thé, ce qui pourrait mener, à terme, à la synthèse de principes actifs bien plus sélectifs.

• Source : CNRS, 18/04/2023.

\* Hydrocarbure dérivant des alcanes contenant une triple liaison  $\text{C}\equiv\text{C}$  et de formule générale  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ .

Réf. : L. Popek, J.J. Cabrera-Trujillo, V. Debrauwer, N. Blanchard, K. Miqueu, V. Bizet, Regio- and stereoselective hydroelementation of  $\text{SF}_5$ -alkynes and further functionalizations, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2023, DOI:10.1002/anie.202300685

## Comment les champs électriques percent les membranes cellulaires



Les résultats expérimentaux suggèrent que l'interaction du champ électrique avec les dipôles du voisinage membranaire (représentés ici par des flèches) déstabilise l'interface et conduit à l'ouverture de pores dans la membrane. © Carlos Marques.

L'électroporation est une technique bien établie qui permet de surmonter la barrière de la membrane cellulaire. Une brève impulsion électrique perce la membrane, permettant ainsi la délivrance de substances thérapeutiques à l'intérieur des cellules : médicaments, ADN et bien d'autres biomolécules. Mais cette technique, qui représente un marché de plusieurs milliards de dollars, repose étonnamment sur de maigres connaissances fondamentales. Dans un article qui vient d'être publié dans *PNAS*, une équipe du CNRS (Laboratoire de chimie, École normale supérieure de Lyon) et ses collègues de l'Université de Fribourg-en-Brisgau (Allemagne) dévoile un vaste ensemble de nouvelles données sur la formation de pores dans les membranes lipidiques sous champ électrique. Ces résultats montrent non seulement que les modèles de formation de pores existants ne peuvent rendre compte des observations, mais suggèrent également un mécanisme plus probable de formation des trous membranaires.

Les membranes lipidiques sont des auto-assemblages bidimensionnels de molécules amphiphiles. Elles forment les parois extérieures et intérieures des cellules, organisant ainsi les compartiments cellulaires, contrôlant les échanges de matière et servant de support aux réactions, à la transmission des signaux et à de nombreux autres processus essentiels à la vie. Ces membranes sont des contrôleurs de flux très efficaces : si elles permettent aux molécules d'eau de traverser facilement la barrière lipidique de 5 nm d'épaisseur, elles restent par contre très imperméables à la majorité des molécules hydro-solubles; imperméabilité que l'application de champs électriques permet de surmonter en ouvrant des pores.

Au cœur des divergences entre les modèles existants et les nouvelles expériences publiées dans *PNAS* se trouve la fréquence de formation des pores sous un champ électrique. Cette fréquence, qui dépend de la quantité d'énergie nécessaire pour ouvrir un pore, est mesurée en comptant combien de pores se forment pendant une seconde d'application du champ électrique. Sous des champs électriques croissants, cette énergie est réduite et les pores peuvent s'ouvrir spontanément.

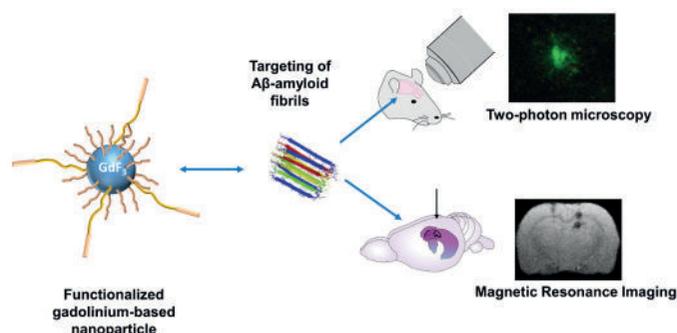
Les modèles existants supposent que le champ électrique applique une pression sur la membrane, ce qui facilite l'ouverture des pores. Mais un tel effet prédit une dépendance quadratique avec le champ : doubler la valeur du champ devrait diminuer le coût énergétique par un facteur quatre.

À l'inverse, les scientifiques ont observé que l'abaissement de la barrière énergétique varie linéairement avec le champ électrique. Cette dépendance linéaire suggère un mode d'action différent du champ : en faisant pivoter les molécules de la fine couche d'eau en contact intime avec la membrane, le champ électrique déstabiliserait l'interface membrane-eau. De quoi relancer théoriciens et simulateurs numériques à la recherche d'une vraie compréhension de ce phénomène-clé qui permettrait d'améliorer le transport des substances actives dans les cellules.

• Source : CNRS, 28/03/2023.

Réf. : E.J. Lafarge, P. Müller, A.P. Schroder, E. Zaitseva, J.C. Behrends, C.M. Marques, Activation energy for pore opening in lipid membranes under an electric field, *PNAS*, 2023, <https://doi.org/10.1073/pnas.2213112120>

## De nouveaux agents de contraste pour cibler la maladie d'Alzheimer



© Prepared with authors' own work, and additional material from SciDraw repository - modified from Wenbo Tang (doi:10.5281/zenodo.3925923), Elisa Galliano (doi:10.5281/zenodo.3926503), Agustín Carpaneto (doi:10.5281/zenodo.3926119).

Les plaques amyloïdes- $\beta$  ( $A\beta$ ), agrégats de protéines qui envahissent progressivement le cerveau, participent à la dégradation des communications entre les neurones. Premiers signes pathologiques de la maladie d'Alzheimer, elles apparaissent silencieusement dans le cerveau des décennies avant que les symptômes de la maladie ne se manifestent. Pour les détecter dans le cerveau, la seule solution à ce jour est d'avoir recours à des techniques de médecine nucléaire (imagerie à l'aide d'un traceur radioactif).

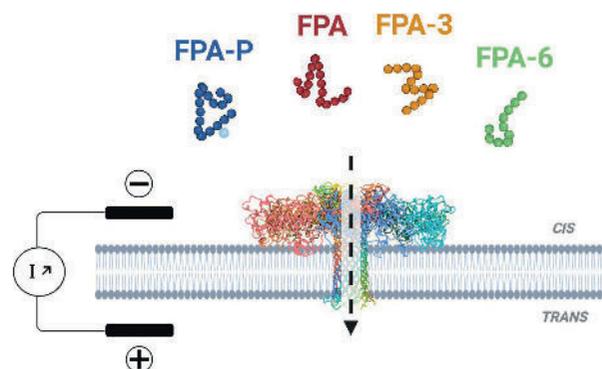
Un consortium européen, mené par des scientifiques du Laboratoire de chimie (CNRS/ENS de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1) et du Centre de recherche en neurosciences de Lyon (CNRS/Université Claude Bernard Lyon 1/Université de Saint-Etienne/Inserm), ont conçu, caractérisé et évalué sur différents modèles animaux, un nouvel agent d'imagerie multimodal ciblant les plaques amyloïdes- $\beta$ . L'originalité de cet agent de contraste : sous forme de nanoparticules de fluorure de gadolinium, il est enrobé d'une molécule spécifiquement conçue pour se lier aux plaques  $A\beta$ . Le noyau gadolinium, facilement observable en imagerie par résonance magnétique (IRM) mais aussi par imagerie aux rayons X, et la molécule greffée, détectable en imagerie par fluorescence, permettent ainsi de croiser plusieurs types d'imagerie pour étudier la pathologie à différentes échelles spatiales et mieux la diagnostiquer. La stabilité et les propriétés magnétiques et fluorescentes de l'agent de contraste ont été vérifiées *in vitro* (en tubes). La capacité de l'agent de contraste à se lier aux plaques  $A\beta$  et

à fournir un signal détectable en IRM, rayons X ou imagerie de fluorescence, a ensuite pu être démontrée *in vivo* dans des modèles rongeurs (rats et souris présentant des plaques amyloïdes  $A\beta$ ). Ces résultats montrent que cette nouvelle classe d'agents de contraste polyvalents pourra maintenant être utilisée pour cibler des processus pathologiques dans le cerveau.

• Source : CNRS, 20/03/2023.

Réf. : F. Lerouge, E. Ong, H. Rositi, F. Mpambani, L.-P. Berner, R. Bolbos, C. Olivier, F. Peyrin, V. Apputukan, C. Monnereau, C. Andraud, F. Chaput, Y. Berthezène, B. Braun, M. Jucker, A.K.O. Åslund, S. Nyström, P. Hammarström, K.P.R. Nilsson, M. Lindgren, M. Wiart, F. Chauveau, S. Parola, In vivo targeting and multimodal imaging of cerebral  $A\beta$ -amyloid aggregates using hybrid GdF3 nanoparticles, *Nanomedicine*, 2023, [www.futuremedicine.com/doi/10.2217/nmm-2022-0252](http://www.futuremedicine.com/doi/10.2217/nmm-2022-0252)

## Des biomarqueurs peptidiques pour un diagnostic précoce de maladies graves



Le FPA existe sous plusieurs formes dans le sang, non phosphorylé (rouge), phosphorylé (bleu), et sous la forme d'une série de peptides issus de clivages séquentiels (jaune et vert). La signature électrique des biomarqueurs à travers un nanopore, en particulier le taux de blocage de courant et le temps de résidence dans le nanopore, permet de discriminer ces variants et les doser simplement. © Juan Pelta.

La détection précoce de maladies graves à des fins de prévention est, avec la gestion personnalisée des traitements, un des défis majeurs en matière de santé. Le développement de nouveaux tests analytiques très sensibles est nécessaire pour la détection directe de biomarqueurs à partir de biofluides. Par exemple, les troubles de la coagulation associés à un accident vasculaire cérébral, une crise cardiaque ou un cancer peuvent être reliés à l'évolution de biomarqueurs, en particulier, au biomarqueur fibrinopeptide A (FPA). Ce biomarqueur est une protéine qui existe sous plusieurs formes appelées variants. Les dosages actuels ne parviennent pas à discriminer entre ces variants et le FPA est donc sous-exploité comme biomarqueur pour la pratique clinique de routine.

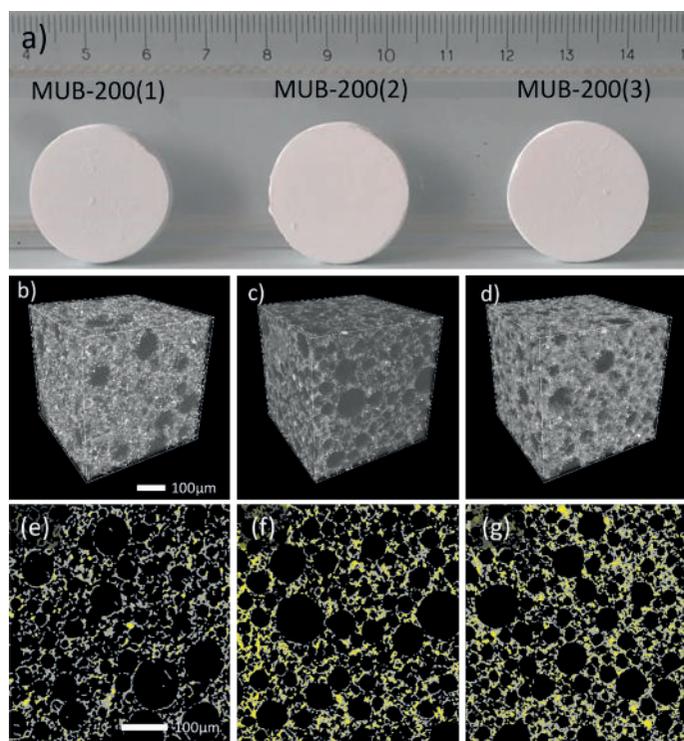
Dans ce contexte, des scientifiques du Laboratoire analyse, modélisation et matériaux pour la biologie, et l'environnement (LAMBE, CNRS/Université Paris-Saclay-Evry/CYU Cergy) et du Centre de ressources biologiques Lariboisière (CRB/Hôpital Lariboisière), en collaboration avec la start-up Dreamore, ont utilisé la détection électrique à travers un nanopore ( $10^{-9}$  m) pour identifier le FPA et ses variants, le FPA phosphorylé et deux autres dérivés. Cette technique d'analyse permet de détecter et d'identifier une seule espèce dans le nanopore à l'aide d'une mesure électrique. Par application d'une différence de potentiel entre deux compartiments remplis d'une solution ionique et séparés par une membrane percée d'un nanotrou, on peut mesurer un courant ionique. Quand une espèce entre dans le nanopore, elle bloque partiellement les ions et entraîne une chute de courant en fonction de sa nature chimique, de sa conformation et de sa taille.

L'étude parue dans *ACS Central Science* montre que cette technique permet de caractériser chaque variant du peptide FPA par un signal électrique unique. Les scientifiques ont également montré que la forme phosphorylée de FPA, un de ses variants, pouvait adopter deux conformations différentes, chacune ayant des réponses électriques différentes. Cette technique permet donc de discriminer simplement chaque variant dans un mélange, ouvrant la voie au développement de nouveaux tests de diagnostics portables sensibles.

• Source : CNRS, 11/04/2023.

Réf. : A. Stierlen, S.J. Greive, L. Bacri, P. Manivet, B. Cressiot, J. Pelta, Nanopore discrimination of coagulation biomarker derivatives and characterization of a post-translational, modification, *ACS Central Science*, 2023, <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acscentsci.2c01256>

## De nouveaux catalyseurs à la fois performants et écologiques



a) Exemples de monolithes mixtes  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$  (série MUB 200) photo-actifs en volume à teneur en  $\text{TiO}_2$  croissante (de gauche à droite). b-d) Reconstitutions par micro-tomographie 3D des MUB-(200) à teneur en  $\text{TiO}_2$  croissante (de gauche à droite). e-g) Coupes digitales 2D des images 3D ; la couleur jaune représente les inclusions colloïdales croissantes de  $\text{TiO}_2$  (de la gauche vers la droite). Image adaptée de [4]. © Rénal Backov.

En développant une chimie intégrative, des scientifiques du Centre de recherche Paul Pascal (CNRS/Université de Bordeaux)\* ont réalisé des céramiques à base de nanoparticules d'oxydes métalliques particulièrement efficaces en catalyse de contact. Elles permettent notamment de piéger certains composés organiques volatils, principaux polluants anthropiques de l'air intérieur.

Les composés organiques volatils (COV) sont bien connus pour induire de graves problèmes de santé. De nombreuses techniques d'assainissement utilisant des photocatalyseurs sont d'ores et déjà utilisées pour les éliminer. L'efficacité de ces catalyseurs est indéniablement corrélée à leur mise en forme qui détermine, par exemple, la surface spécifique accessible des sites catalytiques devant être optimale. S'agissant d'activation photonique, le trajet optique de la lumière à l'intérieur du matériau doit également être optimisé pour

## Lancement du PEPR « Recyclage, recyclabilité, ré-utilisation des matières »

Afin de relever les défis écologiques, économiques et technologiques nécessaires à la transition vers une économie circulaire, compétitive et respectueuse de l'environnement, le CNRS pilote le PEPR des stratégies nationales « Recyclage, recyclabilité et ré-utilisation des matières ». Ce programme est centré sur cinq grandes familles de matériaux utilisés quotidiennement : les plastiques, les matériaux composites, les textiles, les métaux stratégiques et les papiers/cartons, mais aussi des projets plus transverses relatifs à des filières comme les batteries, les nouvelles technologies de l'énergie – hydrogène, éolien, photovoltaïque –, les DEEE et les déchets ménagers (hors verre et déchets organiques). Les problématiques économiques, réglementaires, de normalisation, de territoires, politiques, etc. sont également traitées.

Ce programme concerne de ce fait pratiquement tous les secteurs économiques et s'accompagne d'une mobilisation de ressources inédites en termes de disciplines scientifiques, couvrant les sciences de la matière, la physique, l'ingénierie, les sciences de la terre et du vivant et les sciences socio-économiques et politiques.

Cet événement, qui se tiendra le **31 mai 2023** à l'INSA Villeurbanne, s'adresse aux partenaires scientifiques, aux acteurs du monde de l'innovation, aux industriels, ainsi qu'aux acteurs socio-économiques.

Cinq tables rondes permettront d'illustrer le transfert de la recherche et de l'expertise scientifique vers l'industrie pour chaque catégorie de matériaux et secteurs industriels. Le consortium CIRCLE, lauréat de l'appel à projets « Pré-maturation et maturation » de cette même stratégie nationale d'accélération, coordonné par CNRS Innovation et la SATT PULSALYS sera également présenté.

**Inscription gratuite mais obligatoire.**

• <https://premc.org/pepr-recyclage>

que la réaction photocatalytique puisse se produire dans le volume du matériau. Enfin, la macroporosité, adaptée à l'utilisation en flux continu, devrait permettre de travailler à débit constant pour traiter des volumes d'air importants. D'autres paramètres sont déterminants pour leur utilisation domestique : une mise en œuvre simple et peu coûteuse ; un volume aussi faible que possible pour miniaturiser les systèmes et limiter également l'empreinte écologique liée au recyclage ; le contexte de développement durable qui va contraindre les chimistes à éviter l'utilisation des métaux précieux souvent performants pour catalyser l'élimination des COV.

Les composés poreux à base de silice appelés Si(HIPE) (« high internal phase emulsion) possèdent à la fois une surface spécifique accessible élevée (1 000  $\text{m}^2/\text{g}$ ) et une macroporosité ouverte générant un volume poreux suffisant pour travailler en flux d'air continu, caractéristiques essentielles pour espérer éliminer de manière efficace les COV polluant l'air intérieur.

En combinant chimie sol-gel et physico-chimie des fluides complexes à base d'émulsions, les scientifiques sont parvenus à incorporer des oxydes métalliques (métal : Cu, Fe, Ce, Ni, Co...) à ces Si(HIPE), transformant ces simples matériaux poreux en catalyseurs particulièrement performants [1-3],

y compris pour la purification de l'air photo-induite [4]. Sans métaux nobles, leur coût de fabrication devient raisonnable et leur empreinte écologique est réduite. Leur mise en forme aisée leur confère de nombreux avantages au regard de catalyseurs plus conventionnels : sites actifs facilement accessibles ; macroporosité adaptée à l'utilisation en flux continu (limitant tant que faire se peut la perte de charge) ; faible volume d'encombrement limitant leur empreinte écologique ; circulation de la lumière optimisée au sein du matériau. Enfin, régénérer ces catalyseurs ne nécessite qu'un traitement thermique, voire un simple lavage.

Cette avancée scientifique fait partie de nombreux travaux émergents, à l'interface entre chimie moléculaire et génie des procédés, visant à améliorer ces dispositifs de purification de l'air par une chimie circulaire et durable.

• Source : CNRS, 07/04/2023.

\*Plusieurs laboratoires aquitains sont également impliqués dans ces travaux : ISM et ICMCB (Bordeaux), IPREM et DME (Pau), IC2MP (Poitiers), RESCOLL (Pessac). Des collaborations natives sont en cours avec L2CM (Nancy), IS2M (Mulhouse), LCMC-P (Paris), ICGM (Montpellier) et IPCMS (Strasbourg).

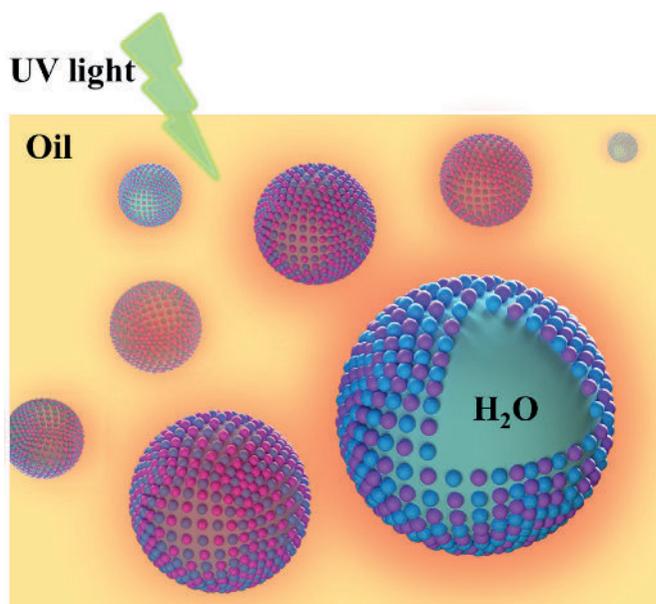
[1] A. Vardon, R. Backov *et al.*, Designing CuO-SiO<sub>2</sub> and Cu-SiO<sub>2</sub> monolithic ceramics bearing hierarchical porosity towards robust and cycling CO oxidation properties, *Chem. Mater.*, 2023, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemmater.2c03022>

[2] I. Ly, R. Backov *et al.*, Binary CoOx-SiO<sub>2</sub> porous nanostructures for catalytic CO oxidation, *ACS Applied Nano Materials*, 2022, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnm.2c01258>

[3] I. Ly, R. Backov *et al.*, Design of binary Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-SiO<sub>2</sub> self-standing monoliths bearing hierarchical porosity and their efficient Friedel-Crafts alkylation/acylation catalytic properties, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2022, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acami.1c24554>

[4] E. Layan, R. Backov *et al.*, TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> self-standing materials bearing hierarchical porosity: MUB-200(x) series toward 3D-efficient VOC photoabatement properties, *Langmuir*, 2023, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.langmuir.2c03062>

## Des électrons chauds pour une oxydation tout en douceur



Des émulsions stabilisées par des nanoparticules catalytiques sensibles à la lumière et qui se localisent et s'auto-assemblent à l'interface huile/eau permettent une catalyse interfaciale particulièrement efficace pour oxyder des alcènes en époxydes. © Véronique Rataj.

L'oxydation d'oléfines insaturées comme celle du cyclooctène en époxyde est une réaction très importante à l'échelle industrielle qui peut être catalysée par de nombreux composés en phase homogène ou en phase hétérogène. Elle fait toujours néanmoins l'objet de recherches afin de minimiser son impact environnemental, d'améliorer les conditions et d'optimiser ses performances. Dans le cadre d'une

collaboration interdisciplinaire entre l'Université de Cardiff (Royaume-Uni) et trois laboratoires français lillois – l'Unité de catalyse et chimie du solide (CNRS/Centrale Lille/Université d'Artois/Université de Lille), le Laboratoire avancé de spectroscopie pour les interactions, la réactivité et l'environnement et le Laboratoire Physique des lasers, atomes et molécules (CNRS/Université de Lille) –, des physiciens et des chimistes ont développé un nouveau système catalytique pour ces réactions qui est piloté par la lumière.

Ce catalyseur est à base de nanoparticules (NP) de métaux nobles qui peuvent en effet absorber la lumière pour générer des électrons chauds et provoquer un réchauffement local par hyperthermie. Ces propriétés permettent une conversion efficace de la lumière en énergie thermique et un transfert d'énergie vers le micro-environnement local autour des NP. Les scientifiques ont utilisé ces nanoparticules pour catalyser l'oxydation d'oléfines insaturées comme le cyclooctène en époxyde à température douce. En combinant des NP catalytiques à base de tungstène et des NP d'or, ils ont créé des émulsions huile (oléfines)/eau par sonication. Ces émulsions, dites de Pickering, ne sont pas stabilisées par un tensioactif mais bien par les nanoparticules catalytiques qui se localisent et s'auto-assemblent à l'interface huile/eau, créant ainsi une catalyse interfaciale de Pickering, particulièrement efficace.

Sous irradiation, la résonance plasmonique localisée à la surface des NP métalliques absorbe l'énergie lumineuse pour générer des électrons chauds et provoquer un réchauffement local à l'interface huile/eau. Contrairement au chauffage conventionnel, la catalyse pilotée par ces NP fait intervenir des électrons chauds et/ou un gradient de température à la surface du catalyseur sous irradiation lumineuse pour accélérer son activité et modifier la sélectivité des réactions en activant des liaisons chimiques spécifiques. Cet échauffement local permet une activité multipliée par 5 par rapport à la réaction thermique pour l'oxydation d'alcènes avec le peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (eau oxygénée). De plus, les nanoparticules sont aisément récupérées en fin de réaction et ont pu être réutilisées jusqu'à cinq fois sans perdre leur activité.

Ces résultats ouvrent une voie pour la conception de photoréacteurs multiphasés pour des réactions d'oxydation à température douce avec, à conversion identique, une économie d'énergie potentielle de 74 % par rapport à celle des réacteurs chauffés thermiquement.

• Source : CNRS, 28/03/2023.

Réf. : Y. Feng, J.-F. Dechezelle, Q. D'Acromont, E. Courtade, V. De Waele, M. Pera-Titus, V. Nardello-Rataj, Light-driven pickering interfacial catalysis for the oxidation of alkenes at near-room temperature, *Green Chem.*, 2023, <https://doi.org/10.1039/D2GC04591E>

## Matière : un laboratoire commun pour répondre aux enjeux de l'agriculture de demain

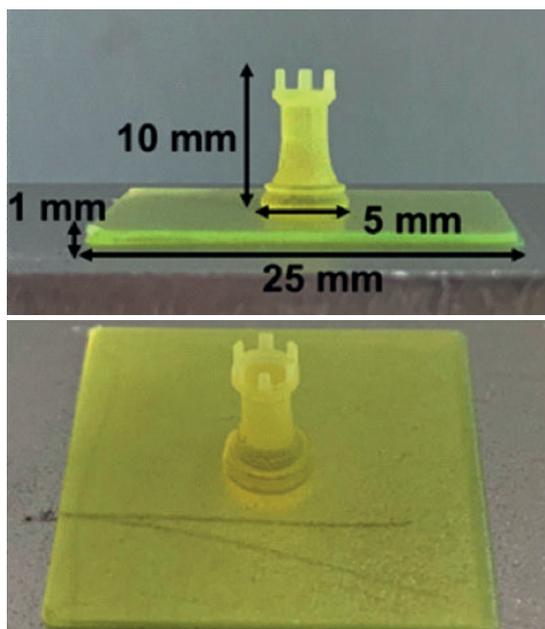
Dans le contexte d'une agriculture en forte mutation – cours des matières premières fluctuants, aléas climatiques plus fréquents, évolutions des modes de production... –, le développement accéléré de solutions innovantes est nécessaire pour que les agriculteurs n'aient pas à choisir entre rendement, qualité et respect de l'environnement.

C'est dans cet objectif que le CNRS et l'Université de Haute-Alsace, via l'Institut de science des matériaux de Mulhouse (IS2M) et la société Timac Agro (groupe Roullier, leader mondial de l'innovation en nutrition des sols, fertilisation, biostimulation et production animale), ont décidé d'unir leurs forces en

créant le laboratoire commun Matiaire (MATériaux Innovants pour une Agriculture Respectueuse de l'Environnement), une création accompagnée par l'Institut Carnot MICA. Une équipe pluridisciplinaire (agronomie, chimie, physique, biologie, etc.) d'une quinzaine de personnes travaillera au sein de ce laboratoire, en particulier à l'élaboration de nouveaux éléments nutritifs pour soutenir la croissance et le développement des plantes tout en protégeant l'environnement. Matiaire s'intéressera au développement de matériaux innovants qui ont pour fonction de transporter des principes actifs pour la nutrition des plantes et des animaux d'élevage.

• Source : CNRS, 29/03/2023.

### Impression 3D/4D d'hydrogels antibactériens



Exemples d'objets à base d'hydrogels obtenus par impression 3D/4D de matrices photopolymérisables. © Jacques Lalevée.

L'impression 3D/4D\* s'est fortement développée ces dernières années et s'accompagne d'un changement de paradigme dans la façon de concevoir et construire les matériaux et les objets. Cependant, cette technique d'impression fonctionne encore mal pour les matériaux mous comme les hydrogels. Ces derniers ont pourtant des applications potentielles très importantes en chimie et dans le domaine biomédical et leur élaboration par impression 3D serait un réel progrès.

Des chimistes de l'Institut de science des matériaux de Mulhouse (IS2M, CNRS/Université de Haute-Alsace), en collaboration avec l'Institut de biologie intégrative de la cellule (I2BC, CNRS/CEA/Université Paris-Saclay), l'Institut de chimie radicalaire (CNRS/Aix-Marseille Université) et l'Australian National University (Canberra), ont développé des nouvelles matrices photopolymérisables pour l'impression 3D/4D d'hydrogels. Comme exemple d'application, la préparation *in situ* d'hydrogels contenant des nanoparticules d'argent montre une réactivité antibactérienne contre *Escherichia coli* directement valorisable.

• Source : CNRS, 11/04/2023.

\*L'impression 4D est le processus par lequel un objet imprimé en 3D peut modifier lui-même sa structure et changer de forme avec l'impulsion d'une énergie extérieure comme la température, la lumière ou un autre stimulus environnemental.

Réf. : H. Chen, T. Borjigin, C. Regeard, P. Xiao, F. Dumur, J. Lalevée, 5,12-dihydroindolo[3,2-a]carbazole derivatives-based water soluble photoinitiators for 3D antibacterial hydrogels preparation, *Small*, 2023, <https://doi.org/10.1002/smll.202300772>

## Industrie

### Frédéric Gauchet, nouveau président de France Chimie



Élu à l'unanimité pour un mandat de trois ans lors de l'Assemblée générale de France Chimie, Frédéric Gauchet succède à Luc Benoit-Cattin, dont le mandat arrivait à échéance. Président de l'ETI Minafin, il était jusqu'à présent vice-président de France Chimie.

Après des études à l'École Normale Supérieure (rue d'Ulm) et à l'École nationale supérieure des mines de Paris, Frédéric Gauchet a entamé sa carrière en 1988 chez Sanofi, d'abord aux États-Unis puis comme directeur du site d'Aramon en France. En 1992, il a intégré le groupe Total, nommé directeur chargé de la stratégie et du développement international de la division peintures. En 1994, il rejoint le groupe Vinci en tant que directeur du département concessions et sera également en charge des activités de Vinci Environnement, de la Société générale d'exploitation des parcs et garages (Sogeparc) et prendra la tête du pôle Vinci Concessions et Services de 1998 à 2002. De 2002 à 2004, il intègre en tant que directeur général et administrateur la société baloise Weitnauer AG, devenue en 2003 Dufry AG. En 2004, il fonde la société Minafin pour créer un groupe de chimie fine qui compte aujourd'hui six sites industriels et emploie plus de 900 personnes.

Frédéric Gauchet était jusqu'en 2022 vice-président du Cefic (Fédération européenne de la chimie). Il siège dans les instances de France Chimie depuis 2008 et a été vice-président de la Fédération depuis 2014.

Frédéric Gauchet entend « poursuivre les actions engagées par la Fédération pour promouvoir en France une chimie responsable, capable de répondre aux enjeux de réindustrialisation et aux attentes de nos concitoyens. Le contexte de crise énergétique et de rareté de certaines matières premières donne à la chimie française l'opportunité de démontrer sa capacité à apporter des solutions innovantes et compétitives afin de contribuer pleinement à une économie résiliente et décarbonée. Ce sont des défis à la hauteur des nouveaux talents dont la chimie a besoin. »

• Source : France Chimie, 25/04/2023.

### La chimie en France : une année 2022 marquée par la crise énergétique

À l'occasion de son Assemblée générale, France Chimie, l'organisation professionnelle qui représente les entreprises de la chimie en France (4 000 sociétés, 225 000 salariés), a présenté le bilan annuel du secteur. L'année 2022 a été marquée par la crise énergétique et une perte de compétitivité des activités amont de la chimie. Sa dynamique de transformation se poursuit mais pourrait s'essouffler dans un contexte encore difficile en 2023. Le secteur appelle à des mesures pour préserver sa compétitivité et sa contribution à une économie souveraine et décarbonée.

Secteur le plus impacté de l'industrie du fait de la crise énergétique en Europe, la chimie européenne a connu un fort recul en 2022 (- 6 % en volume), effaçant ainsi son rebond post-pandémie. Certains secteurs à l'amont, plus particulièrement exposés aux prix de l'énergie, ont connu en Europe des périodes d'arrêt de production et ont fait face à une hausse des importations concurrentes facilitées par la normalisation du transport maritime.

En France, le secteur s'est montré relativement plus résilient que ses voisins européens avec une baisse de 3,3 % de sa production et se maintient en tête des secteurs industriels exportateurs (81 Md€). La chimie a en particulier bénéficié du poids important de ses secteurs aval (savons, parfums, produits cosmétiques) portés par une demande export toujours plus forte. La résilience globale du secteur masque toutefois le décrochage de la chimie amont (chimies minérale et organique) qui, à l'instar de ses concurrents européens, a reculé d'environ 10 % en 2022 (- 11 % pour la moyenne européenne, - 14 % en Allemagne). Ces dynamiques divergentes se sont accentuées en fin d'année, du fait d'une baisse de la demande, d'un effet déstockage et de la pression des importations.

Secteur en pleine transformation, la chimie en France a connu en 2022 une forte hausse des investissements encore portés par les plans de relance (6,6 Md€, dont 40 % d'investissement de croissance). Ses efforts de R&D restent dynamiques (3<sup>e</sup> secteur en demandes de brevets en France) et son tissu de startups continue de se développer. La branche poursuit le renouvellement des compétences avec une nouvelle croissance nette de ses effectifs (+ 2,3 %). Elle a accueilli 25 000 nouveaux salariés (y compris les alternants).

L'industrie chimique se mobilise également pour réussir sa trajectoire de décarbonation. Elle considère qu'une réduction de 36 % des émissions est accessible en 2030 par rapport à 2015. Les démarches engagées par les seize sites et huit bassins industriels les plus émetteurs vont lui permettre de consolider ce potentiel et d'explicitier les conditions de succès à réunir (nouvelles capacités d'électricité, accès au réseau, infrastructures CO<sub>2</sub> et hydrogène, compétences).

Cependant, alors que le secteur doit poursuivre ses multiples transitions (énergétique, écologique et numérique), une grande partie des adhérents de France Chimie s'interroge sur leur capacité d'investissement à court terme du fait des effets conjugués de la crise énergétique, de l'inflation et du ralentissement économique. Des incertitudes d'autant plus justifiées que France Chimie anticipe en 2023 un nouveau repli de la production en France.

France Chimie souhaite des mesures adaptées pour maintenir la dynamique d'investissement de la chimie, secteur innovant dont les productions sont essentielles à une économie souveraine et décarbonée.

• Source : France Chimie, 25/04/2023.

### Inauguration de la chaire industrielle Colibri : une collaboration autour du médicament de demain

Depuis bientôt trente ans, une collaboration fructueuse s'est construite entre le laboratoire de recherche académique COBRA (Chimie organique, bio-organique, réactivité et analyse) rattaché à l'INSA Rouen Normandie, le CNRS, l'Université de Rouen Normandie et la société pharmaceutique ORIL industrie (groupe Servier). Cette coopération animée au sein du laboratoire commun Idechem se renforce aujourd'hui avec l'inauguration de la chaire industrielle Colibri, lancée grâce au soutien de l'Agence nationale de la recherche.

Colibri déploiera ainsi un programme ambitieux sur quatre ans autour de deux grands enjeux :

- le développement d'une chimie verte, en proposant des innovations à impact environnemental faible, mettant en avant la catalyse et les technologies basées sur la photochimie et électrochimie ainsi que la chimie en flux. L'objectif est la mise au point de méthodes de fabrication de rupture et durable ;

- le développement de procédés de fabrication et d'outils modernes en chimie moléculaire, s'appuyant sur des techniques d'analyse de pointe.

Un accent particulier sera mis sur la formation des étudiants, avec la mise en place de nouveaux enseignements en chimie verte et la sensibilisation à la chimie industrielle. Il s'agit notamment de partager avec eux l'approche de travaux scientifiques menés selon une vision à long terme au sein d'un laboratoire de recherche académique couplée à l'expérience industrielle du groupe Servier.

Cette chaire contribuera à garantir la pérennité de l'outil industriel et des emplois en région Normandie à plus grande échelle et à favoriser la relocalisation de l'industrie pharmaceutique en France dans un environnement industriel très concurrentiel et mondialisé.

• Source : CNRS, 04/04/2023.

### Prix Mongolfier 2023

Les « Montgolfier », du nom des deux frères dont l'un fut fondateur en 1801 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, sont destinés à attirer l'attention sur des entrepreneurs et des inventeurs qui méritent, dans l'intérêt de la France, d'être plus largement connus. Le Comité Arts chimiques a mis en lumière cette année **Mathieu Bailly**, président d'**Eurodia**.

Arrivé chez Eurodia en 1997 en tant que doctorant en génie chimique, après un diplôme d'ingénieur à l'ENSIGC de Toulouse (aujourd'hui INP-ENSIACET), Mathieu Bailly a intégré l'équipe R&D pour y préparer sa thèse sur les procédés de purification d'acides organiques biosourcés. Puis il a rejoint l'équipe commerciale et en 2000 devient ingénieur d'affaires, en charge des industries amidonnées puis du développement du marché chinois. Aux côtés de jeunes talents, ils vont bâtir la réussite du groupe en relevant des challenges d'innovation, déposer des brevets, aller vers l'international (Amérique du Nord, Asie, Océanie, Amérique du Sud). Directeur

### Le CNRS présent à VivaTech 2023



Pour sa 4<sup>e</sup> participation au salon Vivatech\*, le CNRS, en lien avec CNRS Innovation et le Réseau SATT, mettra en lumière dix startups issues de ses laboratoires sous tutelle présentant des innovations répondant aux grands défis présents et à venir. L'accent est mis cette année sur le quantique, le développement durable, la santé et l'énergie.

Une riche programmation mêlera interventions d'experts, de scientifiques et d'acteurs issus du monde économique qui viendront éclairer le public sur les stratégies de recherche scientifique à l'œuvre et les innovations issues de la recherche publique.

• Source : CNRS, 03/04/2023.

\*Du 14 au 17 juin à Paris : <https://vivatechnology.com>

commercial en 2009, directeur général délégué en 2013, il va contribuer à asseoir la position d'Eurodia et prend la direction du groupe fin 2016.

Installé à Pertuis, près d'Aix en Provence, le groupe est aujourd'hui une référence internationale des procédés éco-efficients de purification des fluides de l'industrie agro-alimentaire (lait, sucre, vin) et des industries de la transition éco-énergétique (chimie biosourcée, capture de CO<sub>2</sub>, industrie du lithium)\*.

• Source : Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, 02/04/2023.

\*<https://eurodia.com>

## Genopole et L'Oréal partenaires pour accélérer l'innovation en cosmétique



L'équipe Algentech, première startup sélectionnée dans l'incubateur Green Sciences de L'Oréal et Genopole. © Antoni-Genopole.

Genopole, biocluster français dédié à la recherche en génétique et aux biotechnologies appliquées à la santé et à l'environnement, et L'Oréal Recherche & Innovation ont inauguré un nouveau dispositif d'accélération d'innovations biotech dans le domaine des sciences vertes.

Le « L'Oréal Green Sciences incubator @Genopole » accueille des startups de haute technologie, porteuses d'une innovation de rupture (biotechnologie, chimie verte, extraction verte) pour une application dans l'industrie cosmétique : peau, cheveux, packaging, gestion des ressources... Ce nouveau dispositif répond à l'objectif du numéro 1 mondial de l'industrie cosmétique d'utiliser, d'ici 2030, 95 % d'ingrédients biosourcés, issus de minéraux abondants ou de procédés circulaires, et à la mission de Genopole de soutenir l'innovation biotechnologique et la croissance des startups pour notre souveraineté industrielle nationale et la vitalité économique du territoire. Les startups bénéficieront de deux laboratoires équipés et dotés d'équipes expertes (Lab manager, responsable hygiène et sécurité, chercheurs L'Oréal), de l'accès aux plateformes technologiques partagées de Genopole (fermenteurs, spectromètre de masse...) et d'un programme d'accompagnement personnalisé (levées de fonds, accès marché, partenariats grands comptes, communication).

Les deux premières startups incubées sont :

- **Algentech**, qui développe des technologies de transformation des cellules végétales en usines vertes capables de produire des ingrédients biosourcés pour une industrie cosmétique plus durable.

- **Novobiom**, une société belge spécialisée dans le développement et la commercialisation de technologies fongiques bio-inspirées, offrant des solutions durables dans les domaines de la bioremédiation et la bioéconomie.

• Source : Genopole, 17/04/2023.

## Vers une industrie sans carbone fossile

Le gouvernement a confié au CNRS et à IFP Énergies nouvelles le pilotage d'un Programme et équipements prioritaires de recherche (PEPR) doté de 70 millions d'euros pour aider les industries françaises à se décarboner.

Pour atteindre en 2050 l'objectif de la neutralité carbone inscrit dans la loi énergie-climat, l'industrie doit remplir sa part. La stratégie d'accélération « Décarbonation de l'industrie » lancée par le gouvernement a ainsi l'ambition de réduire les émissions industrielles de gaz à effet de serre de 35 % d'ici 2030 et de 81 % d'ici 2050, par rapport à 2015 – des objectifs issus de la Stratégie nationale Bas carbone – et ce, en préservant l'emploi et les secteurs stratégiques. Or le secteur, qui représente 18,5 % des émissions de gaz à effet de serre nationales, est difficile à décarboner, la plupart des technologies nécessaires à une décarbonation à l'horizon 2050 n'étant pas encore assez matures pour être mises sur le marché et nécessitant d'importants efforts de R&D, selon Fabrice Lemoine, directeur pour le CNRS du PEPR Spleen adossé à la stratégie.

Ce PEPR impliquera des thématiques de recherche larges, y compris des sciences humaines et sociales. Les recherches seront complémentaires à celles menées dans le cadre d'autres PEPR, comme « Hydrogène décarboné » ou « Recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux recyclés », copilotés par le CNRS, ou encore « ProdBio : Produits biosourcés et biotechnologies industrielles, carburants durables » copiloté par IFPEN et l'INRAE.

## L'industrie du papier carton recrute !



La filière « Papier-carton » conçoit et produit des solutions d'emballages, d'articles d'hygiène, de papiers graphiques à partir d'une matière vivante présente dans le bois, la cellulose, mais aussi à partir de papiers et cartons déjà consommés destinés à être recyclés.

Présente partout en France avec 1 280 entreprises (63 500 salariés), la filière recrute : 2 000 postes par an d'ici 2030, dont 94 % en CDI, sont à pourvoir dans les secteurs de la fabrication, de la transformation et de la distribution. Management, production, ingénierie, maintenance industrielle, contrôle qualité... la filière offre de nombreux débouchés. Elle dispose en outre de centres de formation spécialisés avec un réseau d'écoles et de CFA proposant des formations allant du CAP à bac + 5.

• [www.industriepapiercarton.fr](http://www.industriepapiercarton.fr)

Trois grands secteurs sont au cœur de la réflexion : la production de ciment, la métallurgie (en particulier la production d'acier) et le secteur de la chimie dont les sources de carbone, qui restent indispensables, doivent être « défossilisées ». Pour chacun, il faut limiter les émissions des procédés et des énergies utilisés. En particulier, l'industrie demande de la chaleur à haute température – typiquement au-dessus de 400 °C, voire bien plus – pour transformer la matière. Les trois quarts de cette demande, qui représente 17 % de l'énergie consommée mondialement dans l'industrie, sont aujourd'hui assurés par des énergies fossiles.

La capture du dioxyde de carbone sera au centre de plusieurs projets, allant de la nécessité de la rendre plus efficace d'un point de vue énergétique et plus économique à la conversion du dioxyde de carbone capturé en molécules d'intérêt pour la chimie ou en carburants, en passant par le stockage géologique sur le territoire français – un sujet qui fait débat et nécessite une étude des modalités de co-construction socio-techniques.

Au-delà de la décarbonation, se joue aussi un enjeu de restauration de la souveraineté industrielle française, et plus largement européenne.

• Source : CNRS, 14/03/2023.

Pour en savoir plus :

[www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/lindustrie-de-demain-sera-sans-carbone-fossile](http://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/lindustrie-de-demain-sera-sans-carbone-fossile)

## Acquisition de Biopress par le groupe Berkem

Le groupe Berkem, acteur de référence de la chimie du végétal, vient d'acquérir la société Biopress, producteur français d'huiles et de protéines végétales 100 % naturelles.

Située à Tonneins (Lot-et-Garonne), Biopress est une des premières entreprises agroalimentaires françaises à s'être spécialisée dans la production d'huiles végétales extraites de graines oléagineuses biologiques issues d'exploitations agricoles locales. Présentant des propriétés proches des dérivés du pétrole tout en étant des ressources renouvelables et biodégradables, les huiles végétales peuvent assurer des applications très diverses dans des domaines variés tels que la cosmétique, les revêtements et encres, ou encore les lubrifiants. Les protéines végétales contenues dans les tourteaux issus du processus de trituration, opération consistant à extraire l'huile des graines, sont aussi particulièrement recherchées dans le domaine de la nutraceutique.

Les tensioactifs dérivés de ces huiles végétales sont également exploités dans de nombreuses applications industrielles, étant particulièrement recherchés pour leurs propriétés solubilisantes, détergentes, mouillantes ou émulsifiantes. Berkem bénéficie désormais d'un approvisionnement local en huiles végétales techniques, Biopress étant géographiquement proche de l'usine du groupe située à Gardonne dans le Sud-Ouest. Le groupe peut ainsi étendre ses capacités de production et assurer le traitement de plus de 8 000 tonnes de plantes par an.

Berkem consolide ainsi son offre à destination du pôle d'activité « Santé, Beauté & Nutrition » et plus précisément sur les marchés de la cosmétique. Cette opération s'inscrit dans le prolongement de l'acquisition d'i.Bioceuticals, distributeur nord-américain de compléments nutritionnels, annoncée en février dernier, et ouvre la voie à de nouvelles perspectives de croissance sur ce marché en plein essor.

• Source : Berkem, 03/04/2023.

## Exposition « Urgence climatique »



La nouvelle exposition permanente de la Cité des sciences et de l'industrie, dont le paléoclimatologue Jean Jouzel est le commissaire scientifique, offre au public un état des lieux du monde actuel, tout en suggérant que des solutions sont à la portée de chacun. Chaque citoyen a les moyens, à son niveau, d'agir et de s'adapter. L'objectif est moins de dire « ce qu'il faudrait faire » que de montrer « ce qui se fait déjà » à travers des récits, témoignages et expériences, la sobriété étant une voie essentielle pour atteindre des engagements en matière de décarbonation.

Le parcours libre, séquencé en trois axes – décarbonons, anticipons, agissons – vise à donner envie de réinventer notre façon de vivre, qu'il s'agisse de modes de déplacement, de pratiques agricoles ou d'habitudes alimentaires. Les connaissances tout comme les moyens d'actions sont là !

• [www.cite-sciences.fr/fr/accueil](http://www.cite-sciences.fr/fr/accueil)

## Enseignement-formation

### Formation Classification et étiquetage des produits chimiques : les évolutions de la réglementation

Au niveau européen, le règlement européen dit « CLP » (CE n° 1272/2008), entré en vigueur en janvier 2009, vise à harmoniser les règles relatives à la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges. Lié au règlement REACH, il aligne l'ancienne législation de l'Union européenne sur le SGH (système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques), un système mis en place par les Nations unies pour identifier les produits chimiques dangereux et informer les utilisateurs de ces dangers.

Afin d'aider les entreprises, utilisatrices de produits chimiques, à identifier ainsi qu'à comprendre les évolutions réglementaires en matière de classification et d'étiquetage des produits chimiques et les nouvelles responsabilités associées, France Chimie Ile-de-France et l'AFINEGE en partenariat avec FECHIM Services, organisme de formation de l'UFCC (Union française du commerce chimique), proposent cette formation qui se tiendra le **20 juin\***, avec au programme : La réglementation européenne et française - Déclinaison de REACH, SGH, Code du travail et réglementations transports ; Les objectifs du SGH et son champ d'application ; Le règlement européen CLP ; Les actions à mener en priorité ; Cas pratique sur une classification, un étiquetage et sur l'étude critique d'une FDS et son annexe.

• Information : Adelita Aullet (a.aullet@chimie-idf.fr).

\*De 9 h 30 à 17 h 30, Diamant A, 14 rue de la République, 92800 Puteaux.