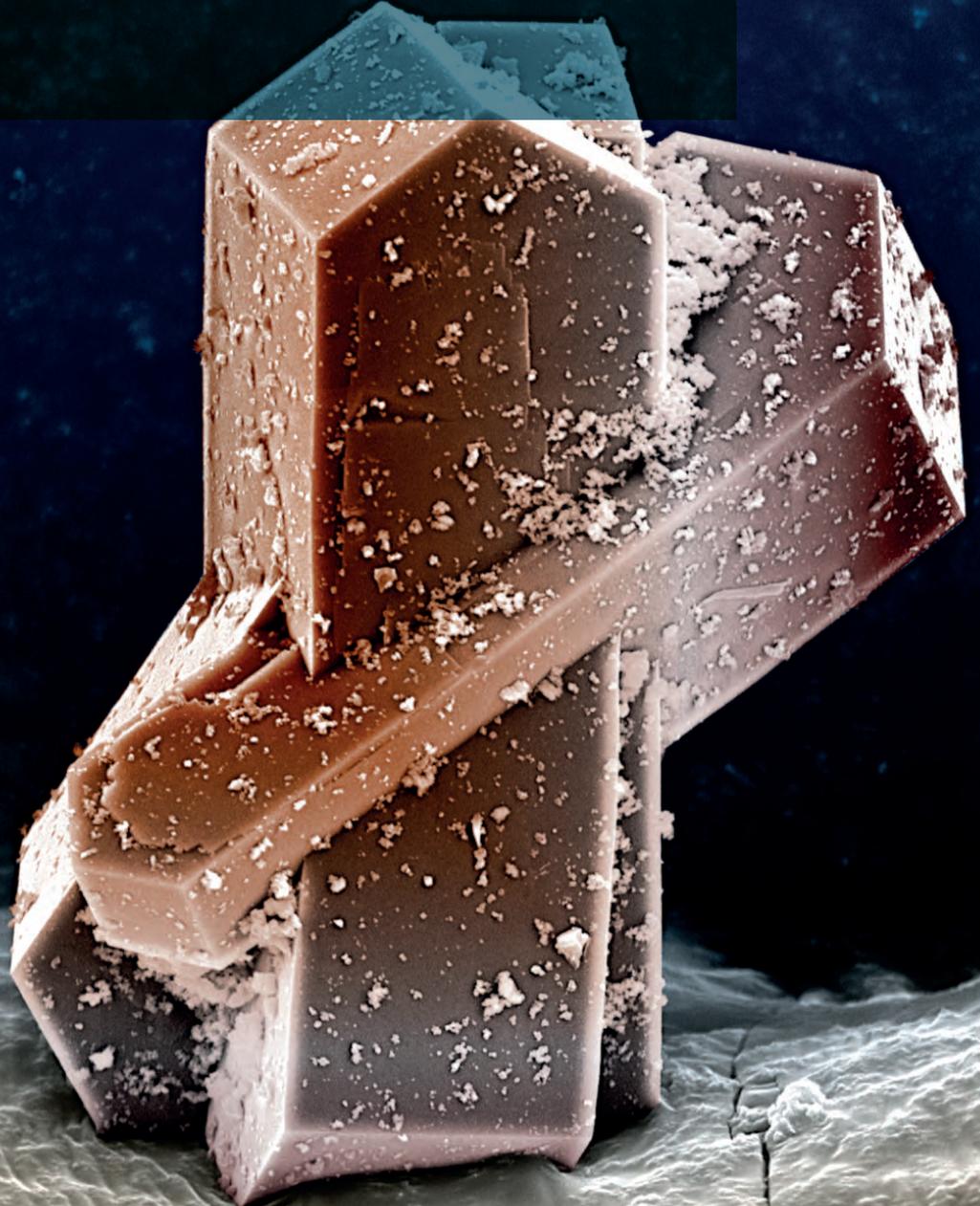




**2021** UNE ANNÉE  
AVEC LE CNRS  
à l'Institut de chimie



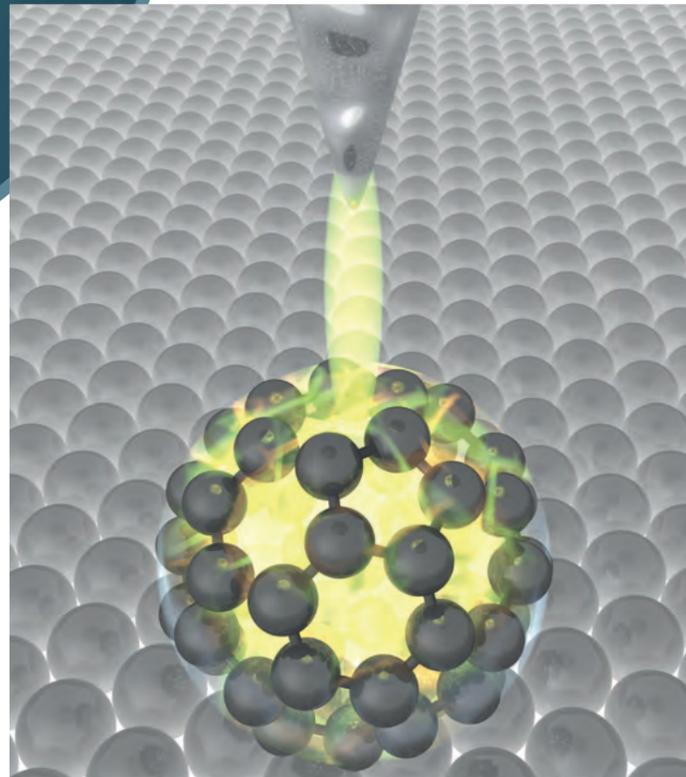
# SOMMAIRE

JACQUES MADDALUNO,  
DIRECTEUR DE L'INSTITUT  
DE CHIMIE DU CNRS

© I. Maddaluno



5



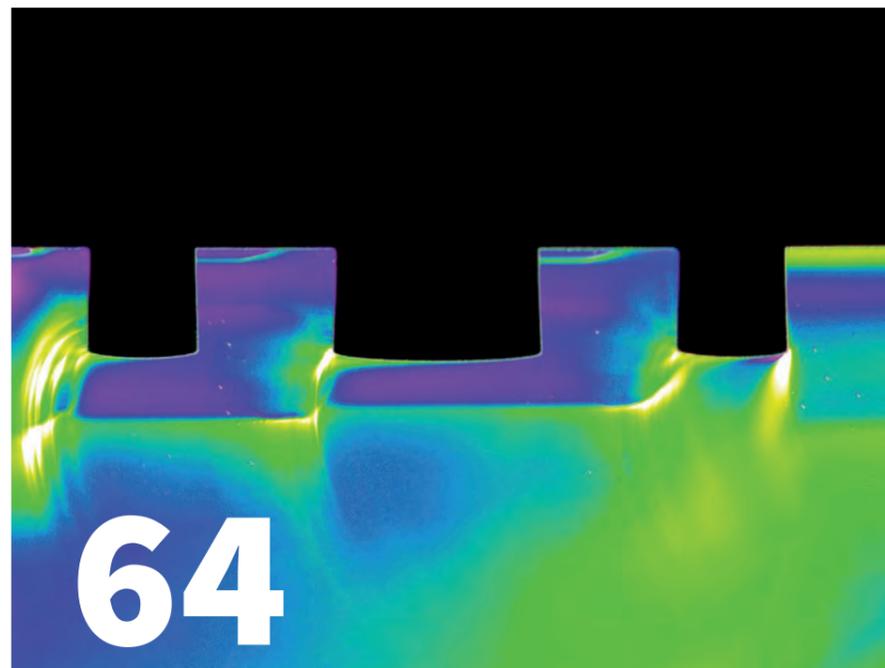
10  
LA SCIENCE



7  
TALENTS &  
DISTINCTIONS



TALENTS  
CNRS



64

L'INNOVATION

76  
EUROPE ET  
INTERNATIONAL

# 2021

## UNE ANNÉE AVEC LE CNRS

### à l'Institut de chimie

est un complément au rapport d'activité **2021, une année avec le CNRS**

Ces actualités 2021 ont été proposées par les laboratoires ou les délégations régionales au service de communication de l'Institut de chimie du CNRS (INC) ou résultent d'une veille de ce dernier.

Pour retrouver l'essentiel de l'information :

[inc.cnrs.fr](http://inc.cnrs.fr)

[@INC\\_CNRS](https://twitter.com/INC_CNRS)

### Service communication de l'Institut de chimie du CNRS :

Christophe Cartier Dit Moulin, chargé de mission pour la communication scientifique

Françoise Defranoux, assistante communication

Anne-Valérie Ruzette, chargée scientifique pour la communication

Stéphanie Younès, responsable de la communication

Contact : [inc.communication@cnrs.fr](mailto:inc.communication@cnrs.fr) – Tél. : 01 44 96 40 95

# ÉDITO

L'année 2021 aura été un bon cru pour l'INC.

Je remercie toutes les forces vives des laboratoires de l'INC qui se sont adaptées au contexte sanitaire incertain de l'an dernier et dont la créativité n'a pas faibli, bien au contraire, pendant ces douze mois. La Médaille de l'Innovation, décernée à François Jérôme « catalyseur de chimie durable », les deux médailles d'argent, les six de bronze, et les deux de Cristal du CNRS ainsi que les quinze lauréats de l'appel *émergences@INC* témoignent de cette effervescence.

Les nombreuses actualités ayant fait l'objet d'une communication reflètent aussi la grande diversité thématique qui caractérise les travaux des chimistes et devance les préoccupations de la société : *faire du CO<sub>2</sub> une source d'énergie, aller vers de nouveaux plastiques modulables et biodégradables, suivre en direct la libération précise de médicaments vers leur cible, produire de l'hydrogène vert à partir de soleil et d'eau*, entre autres exemples.

Des recherches tout aussi fondamentales, issues de vos laboratoires, se retrouvent dans les pages du livre *Étonnante chimie*, ouvrage grand public publié par CNRS Éditions et coordonné par l'INC. Ce livre permet à la chimie de rayonner à travers de nombreux événements au sein des délégations régionales, souvent en lien avec le ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports.

La science est toujours un travail d'équipe et cette année encore les chimistes ont montré qu'ils avaient su se fédérer pour monter des projets d'envergure. Parmi les quatre premiers Programmes et Equipements Prioritaires de Recherche (PEPR) exploratoires pilotés par le CNRS dans le cadre du premier appel du programme d'investissements d'avenir (PIA4), l'INC est en charge de DIADEM, avec le CEA. Ce grand programme porte sur la recherche et la synthèse accélérée des matériaux de demain assistée par l'intelligence artificielle. Il sera lancé le 7 juin 2022.

La capacité des chimistes à travailler en réseau se retrouve également à travers la structuration de plateformes d'équipements performantes, telles que *ChemBioFrance* ou *Infranalytics*, désormais unifiées, et ouvertes aux communautés internationales et industrielles. Les jolis succès des équipes de l'INC en réponse aux appels de la Mission pour les initiatives transverses et l'interdisciplinarité (MITI) du CNRS montrent aussi leur goût pour la traversée des frontières disciplinaires.

En matière de relations partenariales avec le monde socio-économique, l'année a été rythmée par la création et la pérennisation de nombreux laboratoires communs de recherche avec l'industrie : 39 LCR et 26 LabCOM de l'ANR en cours en 2021, dont le 200<sup>e</sup> créé entre le LASiRe et TotalEnergies, la mise en place de 17 programmes de Prématuration (pour un montant de 2,3 M€), et enfin la signature de 45 contrats dans le cadre du plan France Relance.

L'année 2021 est aussi exceptionnelle en termes de création de nouvelles structures internationales avec 9 *International Research Project - IRP* (avec les USA, le Japon, l'Inde, la Tunisie, ...) et de 27 *International Emerging Actions - IEA*.

Au niveau européen, notre objectif est d'aider les « jeunes + » à s'affirmer dans l'ESR, de leur proposer un accompagnement par la cellule Europe de l'INC pour qu'ils osent plus facilement répondre aux appels à projets Européens.



© I. Maddaluno

**Jacques Maddaluno,**  
Directeur de l'Institut  
de Chimie du CNRS

# LAURÉATS DE L'APPEL À PROJETS @ ÉMERGENCE

Chaque année, l'Institut de chimie du CNRS propose une action prioritaire en faveur de l'émergence. L'objectif est de mieux accompagner les chargés de recherche ou maîtres de conférence recrutés depuis 5 à 10 ans en finançant des projets novateurs par rapport à l'état de l'art ou par rapport aux sujets en cours de la chercheuse ou du chercheur.

Les lauréats bénéficieront d'un financement pour un stagiaire post-doctoral pour une durée d'un an et d'un soutien financier.

## Les lauréats de l'appel à projet Emergence@INC2022 sont :

**Farouk BERHAL** – UMR8601 – Laboratoire de chimie et biochimie pharmacologiques et toxicologiques (Paris).

Intitulé du projet : Fonctionnalisation de liaisons C(sp<sup>3</sup>)-H catalysée par des complexes de fer guidée par transfert d'atome d'hydrogène.

**Aurelie BESSIERE** – UMR5253 – Institut Charles Gerhardt Montpellier (Montpellier).

Intitulé du projet : Scintillating nanoparticles for *in vivo* photoclick.

**Nicolas BRUN** – UMR5253 – Institut de chimie moléculaire et des matériaux – Institut Charles Gerhardt Montpellier (Montpellier).

Intitulé du projet : Electrical wiring of formate dehydrogenases for CO<sub>2</sub> electroreduction.

**Fanny d'ORLYE** – UMR8060 – Institute of Chemistry for Life and Health Sciences (Paris).

Intitulé du projet : Conception et évaluation d'un biocapteur électrochimique en papier intégrant des nanotubes de peptides.

**Svetlana ELISEEVA** – UPR4301 – Centre de biophysique moléculaire (Orléans).

Intitulé du projet : Oxygen sensing in the NIR-II region using lanthanide(III)-based metallacrowns.

**Wadih GHATTAS** – UMR8182 – Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay.

Intitulé du projet : Artificial metalloenzymes for CO<sub>2</sub> reduction.

**Aurélié GIRARD** – UMR6502 – Institut des matériaux Jean Rouxel (Nantes).

Intitulé du projet : Investigation sur les interactions plasmas-surface au cours de la gravure cryogénique à l'échelle atomique.

**Aurelie GUENET** – UMR7177 – Institut de chimie de Strasbourg (Strasbourg).

Intitulé du projet : Cages de coordination luminescentes à partir de complexes de cuivre photoactifs.

**Karine GUEVORKIAN** – UMR168 – Laboratoire physico-chimie Curie (Paris).

Intitulé du projet : Plateau-Rayleigh Instability in Somite Formation.

**Simon HARRISSON** – UMR5629 – Laboratoire de chimie des polymères organiques (Pessac).

Intitulé du projet : Copolymerization of Amino Acid N-Carboxy Anhydrides and L-Lactide.

**Lenaïc LARTIGUE** – UMR6230 – Chimie et interdisciplinarité : synthèse, analyse, modélisation (Nantes).

Intitulé du projet : Couplage de nanoparticules magnétiques dans des réseaux 3D nanométriques.

**Thomas LAVERGNE** – UMR5250 – Département de chimie moléculaire, Grenoble.

Intitulé du projet : Chimie combinatoire encodée par l'ADN (duplex) pour l'ADN (G4)

**Noemie PERRET** – UMR5256 – Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon (Villeurbanne).

Intitulé du projet : Amidation oxydante sur des catalyseurs hétérogènes.

**Dario ROCCA** – UMR7019 – Laboratoire de physique et chimie théoriques (Vandœuvre-lès-Nancy).

Intitulé du projet : Reaching Chemical Accuracy in Finite-Temperature Simulations by Machine Learning Correlated Approximations.

**Anis TLILI** – UMR5246 – Institut de chimie et biochimie moléculaires et supramoléculaires (Villeurbanne).

Intitulé du projet : Carboxylative C-N Coupling for the Synthesis of Carbamates under Nickel/Energy Transfer Catalysis.

# LES TALENTS DU CNRS

Retrouvez les portraits de ces lauréats : [www.cnrs.fr/fr/talent/index](http://www.cnrs.fr/fr/talent/index)

## LES TALENTS 2021 DU CNRS EN CHIMIE



© Yves Almeida / CNRS

### Médaille de l'innovation du CNRS 2021

La médaille de l'innovation honore des personnalités dont les recherches exceptionnelles ont conduit à des innovations marquantes sur le plan technologique, économique, thérapeutique et social, valorisant la recherche scientifique française.

**François JÉRÔME** – Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers (CNRS / Université de Poitiers) – Délégation Centre Limousin Poitou-Charentes

### Médaille d'argent du CNRS 2021

La médaille d'argent distingue des chercheurs et des chercheuses pour l'originalité, la qualité et l'importance de leurs travaux, reconnus sur le plan national et international.



© Philippe Labeguerie

© Edwin Brok

**Rodolphe CLÉRAC** – Centre de recherche Paul Pascal (CRPP – CNRS / Université de Bordeaux) – Délégation Aquitaine

**Andréa DESSEN** – Institut de biologie structurale – Institut des sciences biologiques – Délégation Alpes

### Médaille de bronze du CNRS 2021

La médaille de bronze récompense les premiers travaux consacrant des chercheurs et des chercheuses spécialistes de leur domaine. Cette distinction représente un encouragement du CNRS à poursuivre des recherches bien engagées et déjà fécondes.



© Laurent Arduin

© Françoise Vaia (IPBS-Toulouse CNRS-UT3)

© Emmanuelle Trompille

© Samuel Paumard

© Anestis Alexandridis

© Linda Jeuffault-CNRS

**Wadih GHATTAS** – Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – CNRS / Université Paris-Saclay) – Délégation Île-de-France Gif-sur-Yvette

**Céline MERLET** – Centre interuniversitaire de recherche et ingénierie des matériaux (CIRIMAT – Toulouse INP / Université Toulouse III-Paul Sabatier / CNRS) – Délégation Occitanie Ouest

**Damien MONTARNAL** – Catalyse, polymérisation, procédés et matériaux (CP2M – CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1 / CPE Lyon) – Délégation Rhône Auvergne

**Noémie PERRET** – Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon (IRCELYON – CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1) – Délégation Rhône Auvergne

**Adrien QUINTARD** – Institut des sciences moléculaires de Marseille (ISM2 – Aix-Marseille Université / CNRS / Centrale Marseille) – Délégation Provence et Corse

**Élodie SALAGER** – Conditions extrêmes et matériaux : haute température et irradiation (CEMHTI – CNRS) – Délégation Centre Limousin Poitou-Charentes

### Médaille de cristal du CNRS 2021

La médaille de cristal distingue des femmes et des hommes, personnels d'appui à la recherche, qui par leur créativité, leur maîtrise technique et leur sens de l'innovation, contribuent aux côtés des chercheurs et des chercheuses à l'avancée des savoirs et à l'excellence de la recherche française.



© Mathieu Allix

© Mathieu Noel - CNRS

**Cécile GENEVOIS** – Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute température et Irradiation (CEMHTI) – Délégation Centre-Limousin-Poitou-Charentes

**Albert MEYER** – Institut des Biomolécules Max Mousseron (IBMM) – Délégation Occitanie Est

# LES AUTRES DISTINCTIONS

## LES PRIX DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE (SCF)

### LE PRIX FRANCO-CHINOIS DE LA CHINESE CHEMICAL SOCIETY



© SCF

**Pierre Braunstein** reçoit le Prix franco-chinois de la Chinese Chemical Society. À l'occasion de la tenue de son 32<sup>e</sup> congrès, la Chinese Chemical Society (CCS) vient d'annoncer le lauréat du Prix franco-chinois, Pierre Braunstein, directeur de recherche au CNRS à Strasbourg et membre de longue date de la SCF.

Membre de l'Académie des sciences depuis 2005, Pierre Braunstein a reçu plus de dix prix internationaux prestigieux et la médaille d'Argent CNRS en 1989. En 2013, la SCF lui a décerné le grand Prix Pierre Süe.

### LE PRIX DE LA DIVISION CHIMIE ORGANIQUE



© SCF

**Gilles Guichard** est directeur adjoint de l'Institut de chimie et biologie des membranes et nanoobjets (CBMN), directeur du département Sciences et technologies pour la santé (STS) de l'Université de Bordeaux et membre de la section 16 du Comité national de la recherche scientifique (2017-2021). Il est également

cofondateur d'Ureka Pharma, une biotech visant au développement thérapeutique des peptides. Inspirée par les structures et les fonctions des macromolécules biologiques, son activité de recherche porte sur la chimie biomimétique des peptides et des protéines et ses applications en lien avec la biologie.

### PRIX JEAN-MARIE LEHN



© SCF

**Samir Messaoudi** est directeur de recherche au CNRS au sein de l'unité BioCIS (UMR 8076, CNRS / Université Paris Saclay, faculté de Pharmacie, Châtenay Malabry). Depuis 2013, il a initié une nouvelle thématique autour de la glycochimie et de ses applications.

Les principaux objectifs consistent à étudier et comprendre la réactivité des sucres en présence des métaux de transition afin de développer des approches catalytiques innovantes pour leur fonctionnalisation. Plus récemment, il s'est lancé dans l'exploration de nouveaux espaces chimiques tels que les glycopeptides ou les glycopolymères, ainsi que dans design de glycomimétiques bioactifs.

### LES PRIX DE LA DIVISION CATALYSE



© Fabien Rouire/CEA

**Thibault Cantat**, qui a rejoint en 2010 le CEA de Saclay où il anime une équipe de recherche à la croisée de la chimie organométallique, de la catalyse homogène et de l'activation de petites molécules telles que CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O. Ses travaux de recherche concernent

l'élaboration de nouveaux systèmes catalytiques et transformations permettant la réduction de liaisons carbone-oxygène pour la valorisation du CO<sub>2</sub>, de déchets plastiques et de la lignocellulose.



© CNRS/Délégation PMA

**Sophie Carencu** a rejoint le CNRS comme chercheuse au Laboratoire Chimie de la matière condensée de Paris (LCMCP) à Sorbonne Université. Elle travaille sur de nouvelles voies de synthèse de nanomatériaux exotiques à forte réactivité de surface, pour des applications telles que la valorisation du CO<sub>2</sub>. Elle a notamment

reçu la médaille de Bronze du CNRS, la médaille Jean Rist de la SF2M, le prix « jeune chimiste » de la SCF-DCP et le prix Clara Immerwahr du consortium Unisyscat. Elle est membre distinguée junior 2019 de la SCF.

### LE PRIX DU/DE LA JEUNE CHERCHEUR.E DE LA DIVISION DE CHIMIE – PHYSIQUE



© SCF

**Jean-Nicolas Dumez** – Chimie et interdisciplinarité : synthèse, analyse, modélisation (CNRS / Université de Nantes). Ses travaux de recherche ont pour objectif de développer de nouvelles méthodes de spectroscopie de RMN, afin d'accéder à de nouvelles informations sur les mélanges hors équilibre,

et de permettre de nouvelles applications. Ces dernières années il a contribué au développement de la RMN diffusionnelle ultrarapide (UF DOSY), qui permet, en moins d'une seconde, de séparer les spectres RMN des composés d'un mélange, sans séparation des composés eux-mêmes.

## LES PRIX DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

L'Académie des sciences remet chaque année près de quatre-vingt prix couvrant l'ensemble des domaines scientifiques, aussi bien fondamentaux qu'appliqués. Cette année, près de 50 prix impliquent des chercheurs CNRS ou rattachés à ses unités mixtes de recherche.

**Alain WAGNER**, lauréat du Prix Seqens de l'Académie des sciences et médaille Berthelot. Il est chimiste, directeur de recherche au Laboratoire de conception et application de molécules Bioactives (CNRS / Université de Strasbourg) à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg.

**Andrey KLYMCHENKO**, lauréat du Prix du Dr. et de Mme Henri Labbé. Il est chimiste, directeur de recherche CNRS au Laboratoire de bioimagerie et pathologies (Université de Strasbourg / CNRS).

**Lou BARREAU**, lauréate du Prix Louis Armand. Elle est chimiste, maître de conférences à l'Université Paris-Saclay et chercheuse à l'Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (ISMO – Université Paris-Saclay / CNRS).

**Costantino CRETON**, lauréat du Grand prix Fondation Michelin. Il est directeur de recherche au Laboratoire de sciences et ingénierie de la matière molle (SIMM, ESPCI Paris-PSL / CNRS / Sorbonne Université) et directeur scientifique de l'ESPCI Paris-PSL.

**Jean RODRIGUEZ**, lauréat du Grand prix Émile Jungfleisch. Il est chimiste, professeur à Aix-Marseille Université et directeur de l'Institut des sciences moléculaires de Marseille.

## LES PRIX DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE EUROPÉENNE



© EtChemS

**David Portehault** – Chimiste au Laboratoire de chimie de la matière condensée de Paris (LCMCP, CNRS / Sorbonne Université), il a reçu le prix de la Société chimique européenne. La cérémonie de remise a eu lieu le 23 juin 2021.

## US NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES ET DE L'AMERICAN ACADEMY OF ARTS AND SCIENCES



© Odile Eisenstein

**Odile Eisenstein** – Directrice de recherche émérite au CNRS au sein du département chimie physique théorique et modélisation de l'Institut Charles Gerhardt Montpellier, elle vient de se voir attribuer le titre de membre international au sein de deux prestigieuses académies : la US National Academy of Sciences (NAS) et l'American Academy of Arts and Sciences.

## PRIX YEAGER 2021 DE LA SOCIÉTÉ SAVANTE INTERNATIONAL BATTERY MATERIALS ASSOCIATION (IBA)



© D.R.

**Dominique Guyomard** – Directeur de recherche au CNRS à l'Institut des matériaux Jean Rouxel (CNRS / Université de Nantes), il a reçu le prix annuel Yeager 2021 de la société savante International Battery materials Association (IBA) pour ses contributions exceptionnelles à l'avancement de la science et de la technologie dans le domaine du stockage de l'énergie tout au long de sa carrière. Ce prix prestigieux lui a été remis lors du congrès IBA2021 qui s'est tenu à Xiamen en Chine du 25 au 29 octobre 2021.

## PRIX DE LA FONDATION BETTENCOURT SCHUELLER

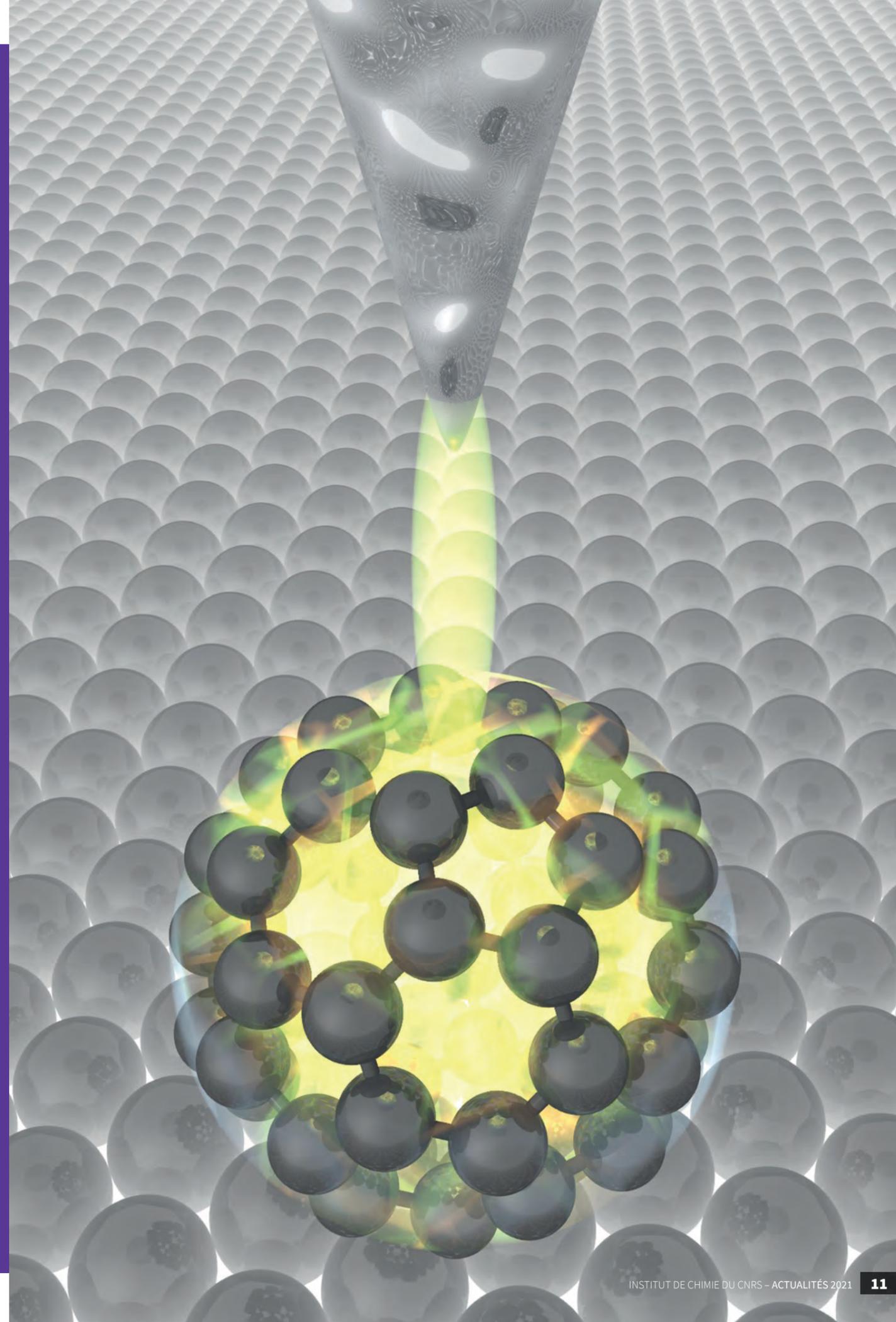


© D.R.

**Valérie Gabelica** – Chercheuse au laboratoire ARNA et à l'IECB, elle est lauréate 2021 du prix Liliane Bettencourt pour les sciences du vivant. Le 23 novembre dernier, la fondation Bettencourt Schueller a décerné ses prix scientifiques à 20 chercheurs d'exception dans les sciences de la vie.

# LA SCIENCE EN 2021

Ces sujets ont été proposés au service communication de l'INC par les laboratoires (correspondants communication ou scientifiques) et les services de communication des délégations régionales du CNRS. Ils sont aussi le résultat d'une veille de l'INC. Pour retrouver ces actualités dans leur intégralité et les coordonnées des auteurs : [inc.cnrs.fr](http://inc.cnrs.fr)



## EN DIRECT DES LABORATOIRES

### Un nouveau système capable d'initier à la fois une polymérisation anionique et radicalaire

Il existe plusieurs mécanismes de polymérisation, les plus courants étant la polymérisation radicalaire et la polymérisation anionique. L'association de monomères pour former un polymère nécessite la présence d'un amorceur, qui va être soit capable de générer un anion, forme réactive du monomère qui va mener à une propagation anionique, soit de générer des radicaux pour une polymérisation radicalaire. C'est donc le choix de l'amorceur qui impose de manière drastique la voie de synthèse, et donc l'architecture du polymère obtenu. Les scientifiques de l'Institut de chimie radicalaire (CNRS / Aix-Marseille Université) viennent de montrer que les donneurs d'électrons organiques (DEO) de type énamine constituent les premiers systèmes capables d'amorcer à la fois une polymérisation radicalaire et une polymérisation anionique de manière indépendante ou simultanée dans des conditions simples et douces. Résultats parus dans la revue *Angew. Chem.* qui ouvrent de nouvelles perspectives de polymérisation et devraient permettre d'envisager de nouvelles architectures macromoléculaires difficiles à atteindre jusqu'ici.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202106733>

Contacts : Patrice Vanelle, Didier Gigmes, Julie Broggi

### Visualiser le caractère aromatique des hydrocarbures aromatiques polycycliques non-plans

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), molécules incontournables de la chimie organique et industrielle, ont longtemps été considérés comme une classe de molécules strictement planes dans lesquelles les atomes de carbone sont arrangés en hexagones réguliers et les atomes d'hydrogène sont situés sur les bords. Ce type de géométrie induit la formation de nuages d'électrons qui se déplacent très facilement sur chaque face des HAP, conduisant à un ensemble de propriétés particulières que l'on nomme aromaticité comme, par exemple, leur extraordinaire stabilité chimique.

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/sc/d1sc03368a>

Contact : Yoann Coquerel

### Détecter la chiralité en nageant

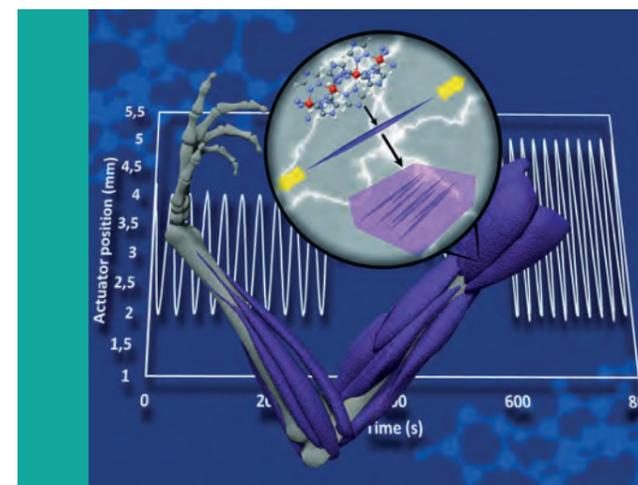
Les molécules chirales peuvent adopter deux configurations, appelées énantiomères, dont les images l'une de l'autre dans un miroir ne sont pas superposables. Si leurs propriétés physico-chimiques sont identiques, les deux énantiomères d'une molécule, par exemple un médicament, peuvent avoir des effets physiologiques très différents voire antagonistes. Pouvoir les détecter individuellement, les séparer ou en déterminer les proportions dans une solution est donc essentiel. Des chercheurs de l'ISM (CNRS / Université de Bordeaux / Bordeaux INP) et du CRPP (CNRS / Université de Bordeaux), avec leurs partenaires italiens, proposent une approche extrêmement simple et inédite, basée sur des nageurs miniaturisés, qui est publiée dans la revue *Nature Chemistry*.

<https://doi.org/10.1038/s41557-021-00798-9>

Contact : Alexander Kuhn



© Alexander Kuhn



© Lionel Salmon, Santiago Piedrahita-Bello et Azzedine Bousseksou

dans le sens de l'alignement, supérieure à celle attendue pour le matériau actif pur. Ces résultats, publiés dans la revue *Materials Horizons*, ouvrent de nombreuses perspectives en robotique douce.

<https://doi.org/10.1039/D1MH00966D>

Contacts : Azzedine Bousseksou, Lionel Salmon

### Expansion colossale de nano-composites à base de matériaux à transition de spin : vers le muscle artificiel

Le développement de muscles artificiels ou autres systèmes actionnables repose sur l'élaboration de matériaux à la fois souples et stimulables qui se déforment de façon réversible et contrôlée sous l'action d'un stimulus extérieur comme la température, la pression, l'humidité, une excitation électrique... Des scientifiques du LCC et du LAAS (CNRS) ont récemment mis au point de tels actionneurs souples à base de polymères dans lesquels ils ont dispersé des particules rigides à transition de spin qui s'allongent avec la température. Le choix de particules en forme d'aiguilles, dispersées et alignées dans la matrice souple, a permis d'obtenir une amplification exceptionnelle de la déformation

### Vers l'utilisation de nouveaux catalyseurs à base d'argent pour l'industrie pharmaceutique

Plus de 25 % des médicaments et 40 % des produits agrochimiques contiennent au moins un atome de fluor dans leur structure, principalement sous forme de groupement -CF<sub>3</sub> – appelé trifluorométhyle -. Hélas, l'introduction de ces groupements dans ces molécules d'intérêt n'est pas aisée et nécessite l'utilisation de catalyseurs coûteux à base de palladium et de phosphines très sophistiquées. D'où l'intérêt de remplacer ces catalyseurs par des complexes à base d'argent, métal bien plus abondant. Des scientifiques du Laboratoire hétérochimie fondamentale et appliquée (CNRS / Université Paul Sabatier) sont parvenus à leur procurer une réactivité inattendue pour produire ces dérivés fluorés avec d'excellents rendements, dans des conditions douces, et en utilisant l'oxygène de l'air comme oxydant. Ces résultats sont parus dans la revue *Chem. Eur. J.* (Hot Article).

<https://doi.org/10.1002/chem.202102836>

Contact : Noël Nebra

### Le fonctionnement de récepteurs clés de la communication neuronale décodé

De nombreuses pathologies du système nerveux central, comme l'autisme, la maladie de Parkinson, la schizophrénie, l'anxiété ou encore la dépression, sont liées au dysfonctionnement des neurotransmetteurs et de leurs récepteurs. La mise au point de médicaments ou de thérapies contre ces dysfonctionnements nécessite une meilleure compréhension moléculaire et chimique des mécanismes d'activation des récepteurs des neurotransmetteurs. C'est chose faite pour l'un des récepteurs du glutamate, le principal neurotransmetteur exciteur du cerveau, grâce à une collaboration entre la France, l'Inde et l'Angleterre. Ces résultats, publiés dans la revue *Cell Reports*, ont permis de mettre en évidence certaines structures moléculaires qui contrôlent la transmission du signal entre les neurones.

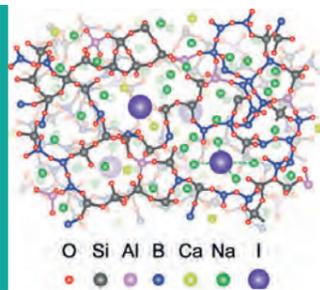
<https://doi.org/10.1016/j.celrep.2021.109648>

Contact : Guillaume Lebon

© Guillaume Lebon



## Nucléaire : vers une solution durable pour immobiliser un sous-produit radiotoxique



© Yann Morizet

Dans le domaine de l'industrie nucléaire, l'immobilisation du radioisotope 129 de l'iode, un sous-produit radiotoxique présent dans les eaux de surface proches des usines de retraitement des combustibles usés, est un enjeu majeur pour l'environnement. Des chercheurs du Laboratoire de planétologie et géodynamique (LPG), en collaboration avec l'Institut des matériaux Jean Rouxel (IMN) et le laboratoire SUBATECH, ont mené des récentes recherches pour développer une solution durable. L'utilisation de verres aluminoborosilicatés représente un bon compromis pour de nombreux radioisotopes mais ne semble pas adéquate pour le radioisotope 129 en raison de sa volatilité à haute température dans le processus de vitrification actuel.

<https://doi.org/10.1039/D1TA05011G>

Contact : Yann Morizet

## Une observation à l'échelle atomique de la cristallisation en milieu confiné

Comprendre le processus de cristallisation nécessite de détecter des phases transitoires qui échappent parfois aux méthodes conventionnelles. Cette difficulté est accentuée dans les matériaux poreux et autres environnements confinés. Des chimistes de l'Institut de chimie radicalaire (CNRS / Aix-Marseille Université) et de l'université de Cardiff ont conçu une technique qui permet d'observer le processus de cristallisation par résonance magnétique nucléaire (RMN). Publiés dans le *Journal of the American Chemical Society*, ces travaux reposent sur l'amplification du signal RMN, naturellement faible dans les phases intermédiaires du processus de cristallisation, pour le rendre détectable.

<https://doi.org/10.1021/jacs.0c12982>

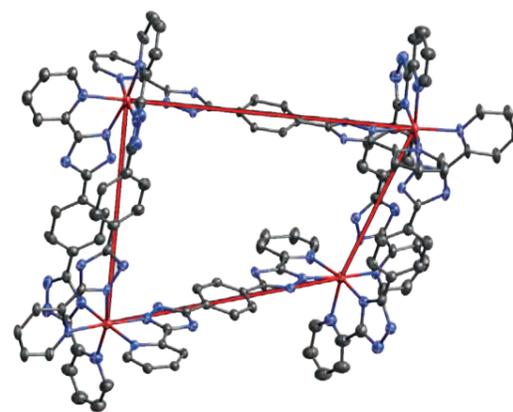
Contacts : Pierre Thureau, Giulia Mollica

## Les molécules-aimants s'organisent pour stocker l'information à l'échelle du nanomètre

Pour faire face aux besoins croissants en stockage de données informatiques, les chimistes sont parvenus à stocker l'information binaire à l'échelle de molécules individuelles appelées « molécules-aimants ». Cependant, pour envisager leur insertion au sein de dispositifs, les molécules doivent pouvoir conserver l'information sans subir l'influence de celle portée par les voisins, ce qui nécessite de contrôler leur organisation au sein du matériau. Défi relevé par des scientifiques du Centre de recherche Paul Pascal (CNRS / Université de Bordeaux) et de l'université de Canterbury en Nouvelle-Zélande qui montrent comment des caténanes magnétiques, structures mécaniquement imbriquées, permettent cette organisation de molécules-aimants au sein d'édifices complexes tridimensionnels. Ces résultats font l'objet d'une publication dans la revue *Angewandte Chemie*.

<https://doi.org/10.1002/anie.202113837>

Contact : Rodolphe Clérac



© Rodolphe Clérac

## Une première analyse par spectroscopie RMN de la protéase 3CLpro du SARS-CoV-2

Dans cette étude, les scientifiques décrivent la première analyse par spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN) de la protéase principale du SARS-CoV-2, une cible thérapeutique prometteuse. Cette approche a notamment permis d'identifier une petite molécule avec des propriétés antivirales. Ces données de RMN sont librement accessibles à la communauté scientifique mondiale et permettront de mieux comprendre les mécanismes de régulation complexes de cette enzyme. Ces travaux sont publiés dans la revue *Angewandte Chemie International Edition*.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34570415/>

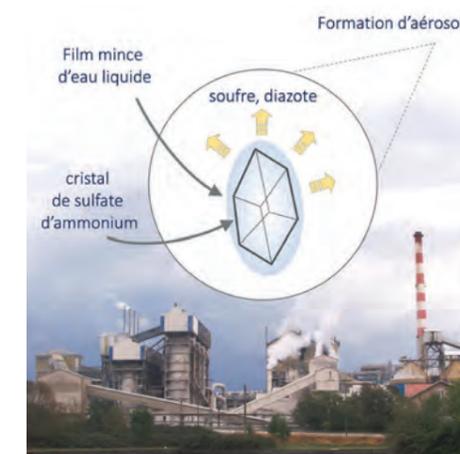
Contact : Xavier Hanouille

## Aérosols, chimie de l'atmosphère et climat

Les aérosols atmosphériques, fines particules solides ou liquides en suspension dans l'air, induisent la transformation chimique d'espèces adsorbées sur leur surface, produisant ainsi de nouveaux composés dont l'impact sur l'air reste largement méconnu. Dans un article de perspectives paru dans la revue *Science*, Manuel Ruiz-Lopez du Laboratoire de physique et chimie théoriques (CNRS / Université de Lorraine) fait le point sur cette chimie de surface qui pourrait jouer un rôle clé sur la composition chimique de l'atmosphère, et sur l'effet des aérosols sur le climat.

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abl8914>

Contact : Manuel F. Ruiz-Lopez



© Manuel F. Ruiz-Lopez

## Une nouvelle protéine fluorescente jaune très brillante

Les protéines fluorescentes possèdent un chromophore qui leur permet d'absorber et d'émettre un rayonnement qui leur est propre. Outils incontournables des techniques d'imagerie en biologie cellulaire, elles sont très utiles pour mettre en évidence le comportement des protéines et leurs interactions à l'intérieur de la cellule. Des scientifiques de l'ICP (CNRS / UPSaclay, Orsay), en collaboration avec une équipe de l'IGDR (CNRS / Université de Rennes 1, Rennes), ont mis en évidence les propriétés remarquables d'une nouvelle protéine fluorescente jaune, la tdLanYFP. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *ACS Sensors*.

<https://doi.org/10.1021/acssensors.1c00874>

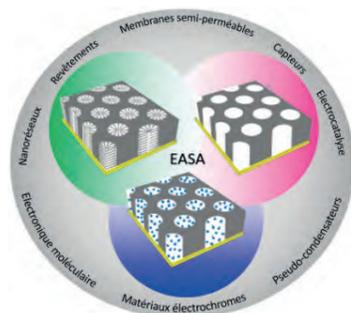
Contact : Marie Erard

## L'électrolyte solide photostructuré, un nouveau pas vers l'industrialisation des micro-supercondensateurs

Prisés pour leur puissance et leur durée de vie, les micro-supercondensateurs n'ont pas encore su s'imposer comme source d'énergie pour l'internet des objets, le manque d'électrolytes solides qui permettent une conduction « rapide » des ions étant à l'origine de nombreux problèmes pratiques. Une équipe internationale a développé le premier micro-supercondensateur à électrolyte solide photostructuré. Chaque étape de sa fabrication technologique a été réalisée avec des équipements standards de l'industrie de la microélectronique. Ces travaux nous rapprochent ainsi d'un transfert industriel des micro-supercondensateurs.

<https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.07.003>

Contact : Christophe Lethien



© Alain Walcarius

## L'électrochimie pour créer des films nanoporeux performants

Capteurs, tamis moléculaires, stockage électrochimique de l'énergie... autant d'applications potentielles des films nanoporeux de silice. Elaborer de tels films à porosité orientée, ordonnée et fonctionnalisable par des procédés simples, c'est le défi que tente de relever l'équipe de chimie et électrochimie analytiques du LCPME (CNRS / Université de Lorraine). Alain Walcarius, directeur de recherche au CNRS et de cette équipe, explique comment l'électrochimie permet de créer ces véritables nids d'abeilles nanométriques.

<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.accounts.1c00233>

Contact : Alain Walcarius

## Cancer : modéliser l'organisation supramoléculaire de pro-médicaments pour un meilleur criblage

L'encapsulation de principes actifs dans des nanoparticules permet un traitement mieux ciblé. Cependant, ces principes actifs s'échappent toujours en quantité non négligeable avant leur arrivée à la cible. En liant le médicament à un polymère, on parvient à mieux contrôler sa libération, évitant ainsi son relargage précoce. Dans ce contexte, des scientifiques sont parvenus pour la première fois, grâce à des méthodes de simulation, à décrire l'organisation supramoléculaire de ces prodrogues au sein des nanoparticules pour une meilleure prédiction thérapeutique, notamment en oncologie. Des travaux publiés dans *Journal of American Chemistry Society*.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.1c05332>

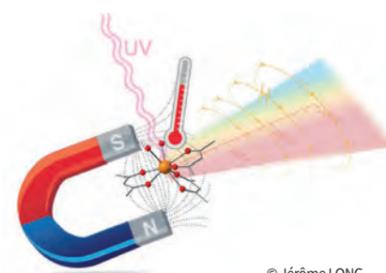
Contact : Julien Nicolas

## Mesurer simultanément la température et le champ magnétique à l'aide d'un composé luminescent

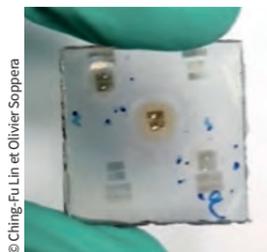
Les capteurs sont devenus des objets omniprésents de notre quotidien. Concevoir des sondes qui peuvent mesurer simultanément différentes grandeurs physiques est autant un défi scientifique qu'un enjeu socio-économique. En exploitant la flexibilité de la chimie moléculaire, des scientifiques de l'Institut Charles Gerhardt de Montpellier (CNRS / Université de Montpellier / ENSCM) ont synthétisé une molécule qui permet, par simple mesure de ses propriétés de luminescence, d'accéder simultanément à la température et au champ magnétique du milieu dans lequel elle est introduite. Ces travaux sont publiés dans la revue *Advanced Optical Materials*.

<https://doi.org/10.1002/adom.202101495>

Contact : Jérôme Long



© Jérôme LONG



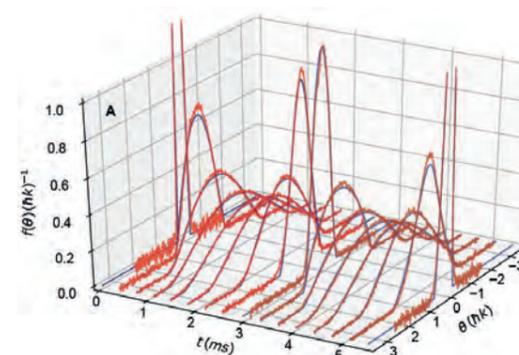
© Ching-Fu Lin et Olivier Soppera

## Matériaux intelligents et objets connectés : un nouveau procédé de fabrication simple et efficace

Les semi-conducteurs sont des matériaux clés pour les applications en micro-électronique. Les déposer en couche mince sur des supports fragiles ou délicats, tels que du verre fin, des feuilles de plastiques souples ou des pièces imprimées en 3D, est une prouesse technologique qui permettrait de créer de nouveaux matériaux intelligents comme des capteurs ou des photodétecteurs transparents et/ou souples. Défi relevé par une équipe franco-taiwanaise qui propose une nouvelle méthode très simple de préparation de films minces d'oxyde de zinc et d'indium sur un film de plastique. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *Advanced Optical Materials*.

<https://doi.org/10.1002/adom.202100045>

Contact : Olivier Soppera



© Jérôme Dubail

## Transformer le CO<sub>2</sub> en méthanol « vert »

Faire du CO<sub>2</sub> une source d'énergie est un défi actuel qui occupe nombre de chimistes. Pour cela, il est nécessaire de faire réagir la molécule très stable du CO<sub>2</sub> pour la convertir, en général à l'aide de catalyseurs, en d'autres molécules d'intérêt. Une équipe franco-espagnole a récemment mis au point et caractérisé de nouveaux catalyseurs qui permettent l'hydrogénation efficace et stable du CO<sub>2</sub> en méthanol, molécule utile en tant que vecteur d'énergie mais aussi comme brique de base pour de nombreuses réactions chimiques. Ces résultats, publiés dans la revue *Green Chemistry*, permettent d'entrevoir de nouvelles solutions pour convertir et valoriser le CO<sub>2</sub>, principal gaz à effet de serre.

<https://doi.org/10.1039/D1GC01761F>

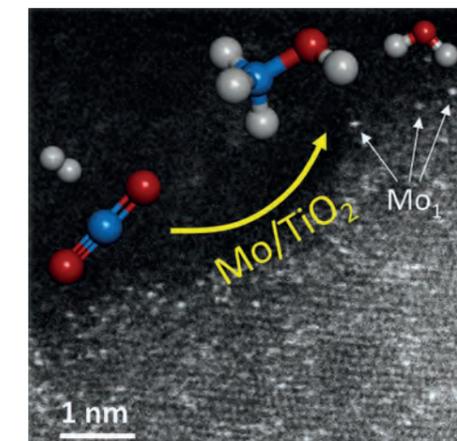
Contact : Laurent Piccolo

## Phénomènes quantiques : l'hydrodynamique généralisée validée dans un nouveau cas

La complexité des phénomènes quantiques les rend très difficiles à modéliser. La théorie de l'hydrodynamique généralisée simplifie la description des gaz quantiques unidimensionnels, mais n'a pas encore été pleinement validée. Des chercheurs du Laboratoire de physique et chimie théorique (LPCT, CNRS / Université de Lorraine) et de l'université d'État de Pennsylvanie (États-Unis) ont prouvé qu'elle fonctionnait sur des gaz unidimensionnels à interactions fortes. Publiés dans la revue *Science*, ces résultats révèlent donc un nouveau cas d'application de la théorie de l'hydrodynamique généralisée.

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abf0147>

Contact : Jérôme Dubail



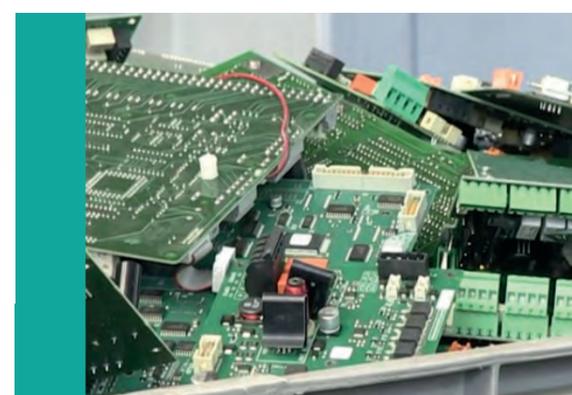
© Laurent Piccolo Yaya Lefkir

## Des mousses pour récupérer proprement les métaux des e-déchets

La récupération des métaux contenus dans les déchets issus des équipements électriques et électroniques, les e-déchets, est un enjeu majeur pour préserver les ressources naturelles. Dans une étude récemment publiée dans la revue *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, des chimistes du SIMM (CNRS / ESPCI Paris / Sorbonne Université) et de l'IRCP (CNRS / Chimie Paristech) présentent une solution innovante qui utilise des mousses aqueuses, composées à 90 % en volume d'air et seulement 10 % d'une solution acide, pour dissoudre et récupérer efficacement et proprement le cuivre ou l'argent des e-déchets. Ces résultats, extensibles à d'autres métaux, ouvrent de nouvelles voies très prometteuses de recyclage qui génèreraient des faibles quantités d'effluents polluants par rapport aux procédés actuellement utilisés.

<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c02258>

Contacts : Cécile Monteux, Grégory Lefevre



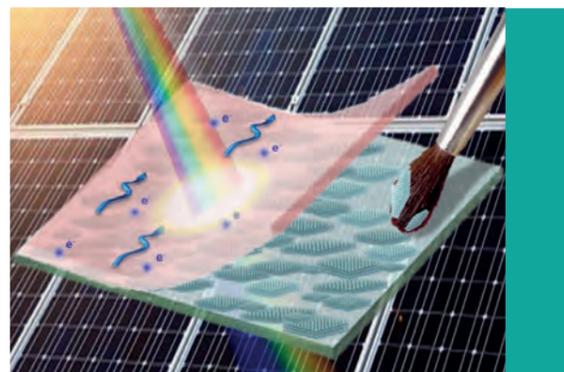
© Juliette LACHARNAY/CNRS photothèque

## Photovoltaïque : de nouvelles alternatives pour des conducteurs transparents

Pour extraire les charges électriques produites dans les cellules photovoltaïques, on emploie une électrode transparente à la lumière visible pour que celle-ci puisse atteindre les matériaux photoactifs. Pour remplacer l'oxyde d'indium-étain (ITO) actuellement utilisé, trop coûteux, les scientifiques du CRIS-MAT et CIMAP (CNRS / Normandie Université / ENSICAEN / UNICAEN), ISCR (CNRS / Université de Rennes), GEMaC et ILV (CNRS / Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines – Université Paris-Saclay), P' (CNRS / Université de Poitiers-ENSMA SP2MI), proposent de le remplacer par des oxydes transparents conducteurs à base de vanadium déposés sur des matériaux 2D qui présentent des performances comparables à celles de l'ITO. Résultats à retrouver dans la revue *Advanced Functional Materials*.

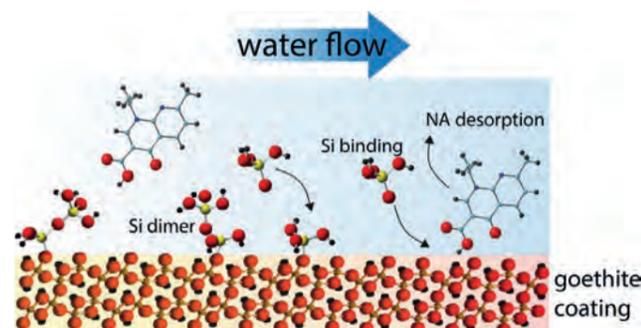
<https://doi.org/10.1002/adfm.202108047>

Contacts : Arnaud Fouchet, Wilfrid Prellier, Valérie Demange



© Alexis Boileau

## Mesurer l'impact de l'écoulement d'un fluide à la surface de catalyseurs : un enjeu pour la purification



© Khalil Hanna

Parce qu'elle partage sa frontière avec le monde extérieur, toute surface est le théâtre de nombreux phénomènes physico-chimiques complexes. Complexité accrue lorsque les réactions ont lieu dans un fluide en mouvement, notamment pour les processus de purification de l'eau. D'où les recherches menées à l'Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / Université de Rennes 1 / ENSC Rennes / INSA Rennes), en collaboration avec le département de chimie de l'université d'Umeå (Suède), qui montrent pour la première fois l'impact de la dynamique d'écoulement sur la réactivité et le devenir des espèces liées à la surface de catalyseurs à base d'oxydes métalliques spécifiques. Des résultats parus dans le *Journal of Colloid and Interface Science*.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34509109/>

Contact : Khalil Hanna

## Des nanothermites qui n'exploreront pas quand elles veulent !

Pouvoir utiliser sans risques des matériaux énergétiques très sensibles à la manipulation tout en conservant leurs propriétés pyrotechniques, c'est tout l'enjeu du développement des nanothermites réactives peu sensibles pour le laboratoire NS3E (CNRS/Université de Strasbourg/Institut franco-allemand de recherches de Saint Louis). Les chercheurs ont préparé des nanothermites désensibilisées grâce à la nano-structuration d'un des réactifs (l'oxyde) dans un additif polymère conducteur (polyaniline). L'ajout de seulement 2 % de cet additif permet de dissiper les charges dues aux sollicitations extérieures et ainsi relever le seuil de sensibilité de la nanothermite tout en maintenant une réactivité acceptable. Ces résultats sont parus dans la revue *Chemical Engineering Journal*.

<https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131611>

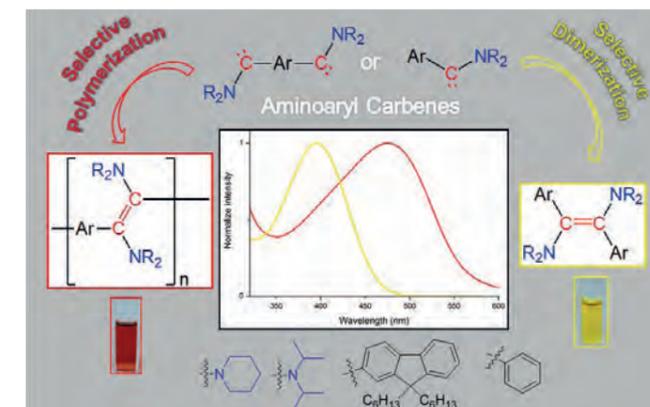
Contact : Denis Spitzer

## Carbènes : de nouvelles briques pour la synthèse de polymères semi-conducteurs

Depuis que les carbènes, composés organiques très réactifs, ont pu être isolés sous une forme stable, ils sont devenus incontournables en chimie comme, par exemple, en catalyse ou en synthèse organique. Utilisant leur réactivité singulière, des scientifiques du LCPO (CNRS / Université de Bordeaux / ENSCPB), de l'ISM (CNRS / Université de Bordeaux / Bordeaux INP) et de l'IPREM (CNRS / Université de Pau et des Pays de L'Adour) sont parvenus à préparer des polymères aux propriétés opto-électroniques remarquables par simple polymérisation d'amino-carbènes. La synthèse de ces matériaux, difficile à obtenir par les méthodes classiques, est à retrouver dans la revue *Nature Communications*.

<https://www.nature.com/articles/s41467-021-24274-7>

Contacts : Joan Vignolle, Daniel Taton



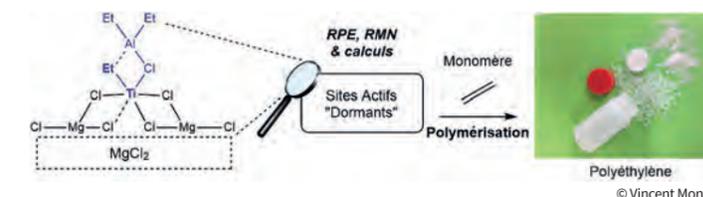
© Joan Vignolle

## Comment fonctionne le catalyseur le plus utilisé dans la production des plastiques ?

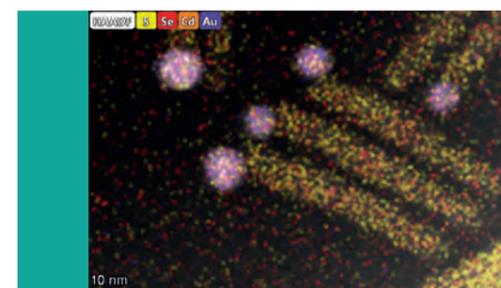
Les catalyseurs « Ziegler-Natta » sont utilisés dans l'industrie depuis 1963 pour produire des dizaines de millions de tonnes de polyéthylènes et de polypropylène, aux propriétés mécaniques exceptionnelles et quasi-inertes chimiquement, soit un peu plus de la moitié des matières plastiques dans le monde. Malgré la « dépendance catalytique » des procédés de polymérisation envers le système Ziegler-Natta (prix Nobel 1963), aucune étude n'avait encore permis de remonter à son mécanisme de fonctionnement au niveau moléculaire.

<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jacs.1c02818>

Contact : Vincent Monteil



© Vincent Monteil



© Marie-Hélène Delville

## Synthèse simple de nanomatériaux hybrides métal/semi-conducteur grâce au laser focalisé

Du photovoltaïque à la photocatalyse en passant par la photodégradation, les nanomatériaux hybrides métal/semiconducteur font partie des matériaux fonctionnels incontournables des technologies qui exploitent la lumière. Peu de méthodes permettent cependant de produire rapidement et facilement des nanoobjets dissymétriques, et toutes demeurent relativement spécifiques. Une équipe de l'ICMCB (CNRS / Université de Bordeaux) et du LOMA (CNRS / Université de Bordeaux), en collaboration avec la Southern University of Science and Technology de Shenzhen en Chine, a développé une stratégie générale de synthèse innovante qui exploite un faisceau laser focalisé pour produire des nanoplots métalliques uniques à la surface de nanobâtonnets semi-conducteurs. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *ACS Nano*.

<https://doi.org/10.1021/acsnano.1c06383>

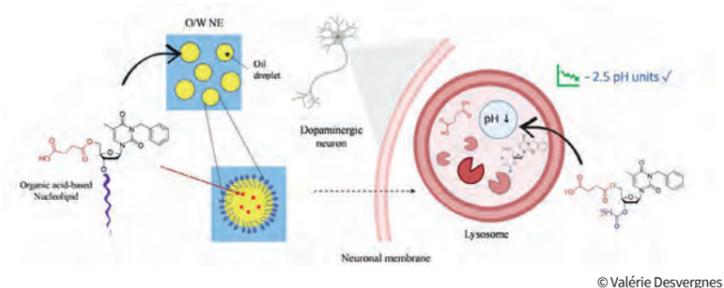
Contact : Marie-Hélène Delville

## Des nanovecteurs pour freiner les maladies neurodégénératives

Des scientifiques de l'Institut des maladies neurodégénératives (CNRS/Université de Bordeaux/CHU de Bordeaux) et de l'unité Acides nucléiques : régulations naturelles et artificielles (CNRS/INSERM/Université de Bordeaux) ont synthétisé un nanovecteur innovant à base d'ADN susceptible de transporter l'acide succinique, principe actif biocompatible, dans le but de réacidifier les lysosomes. Ils ont montré que ces nanovecteurs étaient capables de traverser les membranes biologiques pour libérer efficacement l'acide succinique au sein des lysosomes et rétablir l'acidité nécessaire à leur bon fonctionnement. Résultats à retrouver dans la revue *Frontiers in Chemistry*.

<https://doi.org/10.3389/fchem.2021.736554>

Contacts : Valérie Desvergnès, Benjamin Dehay



© Valérie Desvergnès

## Synthèse douce et simple de molécules fluorées

Présent dans plus de 25 % des produits pharmaceutiques et 40 % des produits agrochimiques, le fluor occupe une place de choix en synthèse organique. Dans le cadre d'une collaboration franco-hongroise, une méthode innovante pour introduire des groupements fluorés sur des molécules d'intérêt a été mise au point. Cette méthode, douce et sans additif, est à retrouver dans la revue *Chemical Communications*.

<https://doi.org/10.1039/d1cc02007b>

Contact : Tatiana Besset



© Louise Ruyet



© Sami Jannin

## Nanomédecine : les lanthanides pour suivre en direct la libération de médicaments

Les liposomes sont des nanocapsules couramment utilisés en nanomédecine pour transporter et relarguer des médicaments jusqu'aux sites d'intérêt comme les tumeurs, par exemple. La molécule thérapeutique devient active seulement lors de sa libération du nanocargo, évitant d'endommager les tissus sains. À ce jour, suivre ce processus en direct *in vivo* reste un défi majeur. Des chimistes et des biologistes du CBM proposent une nouvelle stratégie qui utilise la luminescence proche-infrarouge des lanthanides. Une étude parue dans la revue *Angewandte Chemie International Edition*.

<https://doi.org/10.1002/anie.202109408>

Contacts : Éva Jakab Toth, Chantal Pichon, Stéphane Petoud

## RMN ou IRM : les bienfaits de la polarisation dynamique nucléaire

Pour pouvoir observer des molécules cibles par RMN ou IRM, on peut utiliser la polarisation nucléaire dynamique par dissolution (d-DNP) qui permet d'amplifier de facteurs de plusieurs milliers leur polarisation, nécessaire à leur détection. Mais la durée de vie très courte (quelques secondes) de l'état hyperpolarisé nécessite de réaliser cette hyperpolarisation sur place. Les scientifiques du Centre de RMN à très hauts champs de Lyon (CNRS / Université de Lyon / Université Lyon 1 / ENS de Lyon), en partenariat avec la société Bruker, ont développé des techniques permettant d'étendre ces durées de vie à plusieurs heures afin de pouvoir transporter les molécules hyperpolarisées du lieu de préparation jusqu'aux instruments de mesure. Un résultat qui devrait rendre plus accessible cette technique actuellement coûteuse et lourde à mettre en œuvre.

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-24279-2>

Contact : Sami Jannin

## Synthèse totale de protéines : une nouvelle approche chimio-enzymatique sur support solide

Plus de cent ans de développements méthodologiques ont été nécessaires pour aboutir à une technologie viable pour la synthèse chimique de protéines longues de plusieurs centaines d'acides aminés. Ces synthèses font appel à une succession de nombreuses réactions chimiques sélectives ou « ligations » qui s'accompagnent inévitablement d'étapes particulièrement délicates de purification des intermédiaires réactionnels. Une solution pour s'affranchir de ces étapes, et des faibles rendements globaux qui en résultent, est de faire croître la longue protéine depuis un support solide auquel elle est ancrée tout au long de la synthèse. Un bras (linker) sert à fixer le premier segment peptidique sur ce support. Ce bras doit être stable lors des réactions chimiques successives qui vont assembler les différentes parties de la protéine, tout en pouvant être coupé facilement une fois ces réactions effectuées pour libérer la molécule finale. De nombreux bras ont déjà été décrits, mais leur coupure en fin de synthèse nécessite des conditions réactionnelles incompatibles avec la stabilité physico-chimique de nombreuses protéines.

<https://doi.org/10.1002/anie.202103768>

Contact : Vincent Aucagne

## Vers de nouveaux plastiques biodégradables et modulables

Les polyhydroxyalcanoates sont des polymères naturels et biodégradables qui représentent une alternative durable aux plastiques d'origine fossile. Ils occupent une place importante sur le marché des éco-matériaux (emballages, cosmétiques...) car leur nature chimique modulable offre une large gamme de propriétés. Éventail que des scientifiques de l'Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / Université de Rennes 1 / ENSC Rennes / INSA Rennes) ont décidé d'étendre en leur greffant, par voie chimique, de nouveaux substituants, conférant ainsi aux plastiques des propriétés thermiques, mécaniques ou encore de biodégradabilité innovantes. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *Polymer Chemistry*.

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/py/d1py00669j>

Contacts : Jean-François Carpentier, Sophie Guillaume

## Freiner la neuro-dégénérescence en déstabilisant les quadruplexes

Les quadruplexes d'ADN sont des structures inhabituelles d'acides nucléiques qui se forment transitoirement dans notre génome et participent aux événements clés de la vie cellulaire. En surabondance, ils augmentent l'instabilité génétique des cellules du système nerveux central et sont impliqués dans leur vieillissement précoce. Des scientifiques de l'Institut de chimie moléculaire de l'Université de Bourgogne (ICMUB / CNRS) ont eu l'idée de cibler les quadruplexes avec des outils moléculaires capables de déstabiliser ces structures. Une stratégie unique pour ralentir la dégénérescence des cellules du système nerveux central publiée dans *Journal of the American Chemical Society*.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.1c04426>

Contact : David Monchaud

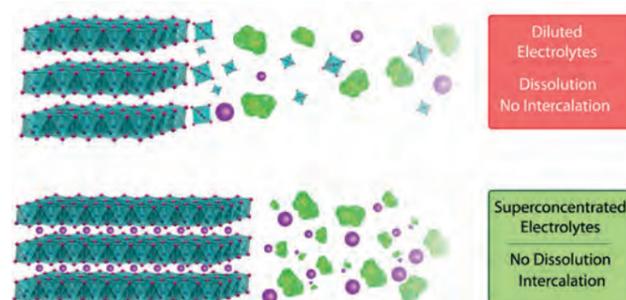


© David Monchaud

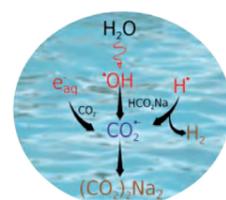
## Vers l'utilisation d'halogénures dans les batteries Li-ion

Le stockage électrochimique de l'énergie grâce aux batteries Li-ion est un axe essentiel de la révolution énergétique de notre siècle. Les limitations intrinsèques des matériaux utilisés pour la cathode de ces batteries forment néanmoins un plafond de verre infranchissable pour amener plus loin cette technologie. Une équipe internationale de scientifiques ouvre aujourd'hui une brèche avec une toute nouvelle famille de matériaux : les halogénures lamellaires couplés à des électrolytes superconcentrés. Ces résultats très prometteurs sont à retrouver dans la revue *Nature Materials*.

<https://doi.org/10.1038/s41563-021-01060-w>



Contact : Alexis Grimaud



© Sergei Denisov et Mehran Mostafavi

## Recycler le CO<sub>2</sub> sans catalyseur

Des scientifiques de l'ICP (CNRS / Université Paris-Saclay) et de l'université de Nanjing en Chine proposent une alternative originale aux voies de transformation actuelles pour la conversion du CO<sub>2</sub> qui exploite l'énergie de rayonnements ionisants. Ces résultats font l'objet d'une publication dans la revue *Chem-PhysChem*.

<https://doi.org/10.1002/cphc.202100378>

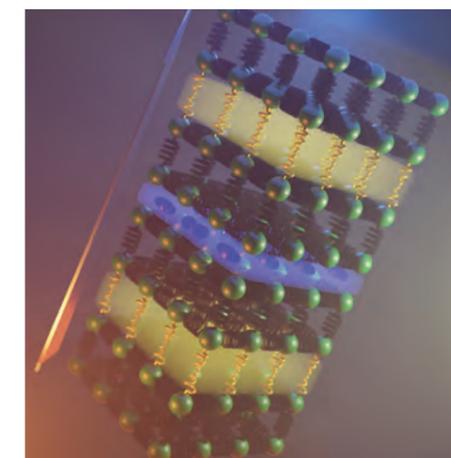
Contact : Mehran Mostafavi

## Des matériaux inorganiques qui gardent la tête froide

Environ 70 % de l'énergie générée dans le monde est perdue sous forme de chaleur. Les matériaux thermoélectriques, qui convertissent la chaleur en électricité, permettent de récupérer et valoriser cette chaleur dite « fatale ». Une propriété clé de ces dispositifs est une faible conductivité thermique. Une équipe de recherche anglo-française vient de mettre au point un nouveau matériau inorganique avec la plus faible conductivité thermique jamais enregistrée. Cette découverte, parue dans la revue *Science*, ouvre la voie au développement de nouveaux dispositifs thermoélectriques ou barrières thermiques essentiels pour une meilleure gestion de l'énergie.

<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.abh1619>

Contacts : Ramzy Daou, Sylvie Hebert



© Jonathan Alaria

## Des nouveaux plastiques verts en une étape

Passer des matières premières pétrochimiques aux matières premières issues de ressources renouvelables permettrait de résoudre certains des problèmes environnementaux liés à la production des plastiques. Il existe de ce fait un intérêt croissant à développer des méthodes de transformation d'abondantes matières premières organiques renouvelables, comme la biomasse, en monomères adaptés à la production de polymères. Des chercheurs de l'équipe Chimie organométallique et catalyse de polymérisation de l'Institut de recherche de chimie Paris (CNRS / Chimie ParisTech, PSL Université) ont développé une stratégie unique de synthèse « one-pot » sous conditions douces pour la synthèse de copolymères à partir de molécules biosourcées. Cette méthode très prometteuse permet d'effectuer plusieurs transformations quantitatives dans le même réacteur, tout en contournant de nombreuses procédures de purification, ce qui conduit à un gain de temps, une simplification des aspects pratiques et surtout une réduction des déchets chimiques. Cette approche multicatalytique donne lieu à la formation de monomères de type (méth)acrylate, et des (co)polymères correspondants à partir de matières premières renouvelables. Ces résultats, parus dans *Angewandte chemie international edition* et sélectionnés comme article VIP, présentent une stratégie intéressante pour le développement efficace et durable de nouveaux écomatériaux haute performance.

<https://doi.org/10.1002/anie.202106640>

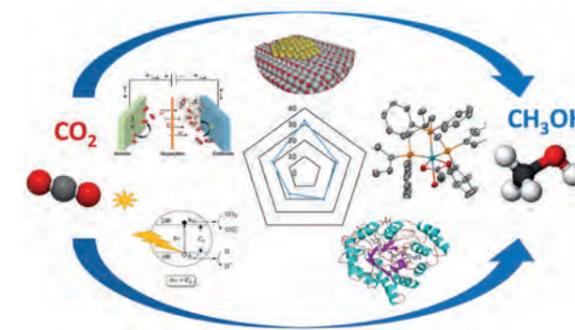
Contact : Christophe Thomas

## Faire du CO<sub>2</sub> une ressource : le cas du méthanol

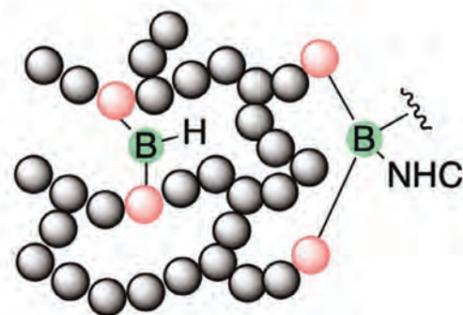
Principal gaz à effet de serre, le CO<sub>2</sub> pourrait-il devenir une ressource renouvelable ? C'est le défi que tentent de relever Andrei Khodakov, Sara Navarro Jaén, Robert Wojcieszak et Mirella Virginie à l'Unité de catalyse et de chimie du solide (UCCS / CNRS). Ils nous présentent ici comment convertir économiquement ce polluant en molécule à haute valeur ajoutée comme le méthanol.

<https://doi.org/10.1038/s41570-021-00289-y>

Contact : Andrei Khodakov



© Andrei Khodakov



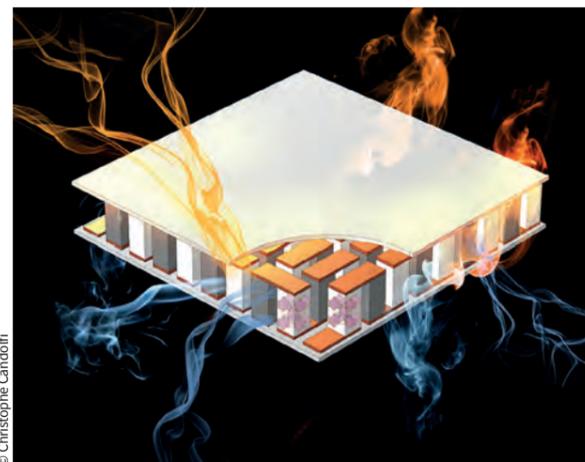
© Emmanuel Lacôte

## Impression 3D à la lumière visible

La photopolymérisation permet la fabrication d'une grande variété d'objets de toutes tailles, de la nanofabrication à la formation de très grandes pièces. Les équipes du laboratoire HCEP (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1 / CNES / ArianeGroup), de l'IS2M (CNRS / Université Haute-Alsace), du laboratoire CP2M (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1 / CPE Lyon), et du CRMN (CNRS / ENS Lyon / Université Claude Bernard Lyon 1) ont récemment mis au point une nouvelle méthode de création de réseaux polymères par photopolymérisation grâce à la lumière visible. Ces résultats, très prometteurs pour l'impression 3D, sont publiés dans la revue *Angewandte Chemie International Edition*.

<https://doi.org/10.1002/anie.202103008>

Contact : Emmanuel Lacôte



© Christophe Candolfi

## De nouveaux générateurs thermoélectriques à haute puissance

Les générateurs thermoélectriques, capables de produire une puissance électrique à partir d'une différence de température, offrent la possibilité de valoriser les énormes quantités de chaleur perdue quotidiennement. L'exploitation des matériaux thermoélectriques se heurte néanmoins à de nombreux verrous, notamment la faible puissance électrique générée. En jouant sur l'architecture des parties actives de ces dispositifs, des scientifiques de l'IJL (CNRS / Université de Lorraine), en collaboration avec le Fraunhofer IPM de Fribourg (Allemagne), l'IC-MPE (Université Paris Est Créteil / CNRS) et le JPL à Pasadena, États-Unis (NASA), ont développé des générateurs à haute densité de puissance électrique qui surpassent les meilleurs résultats obtenus jusqu'à présent. Ces travaux sont à retrouver dans la revue *Advanced Energy Materials*.

<https://doi.org/10.1002/aenm.202100580>

Contacts : Christophe Candolfi, Bertrand Lenoir



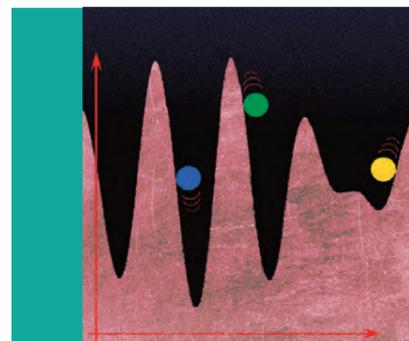
© J.-P. Chapel & G. Vignaud

## Le confinement chamboule aussi les plastiques !

Les plastiques sont largement utilisés dans des applications en couches minces, notamment en microélectronique. Si les propriétés physiques de ces films sont susceptibles de changer par rapport au matériau massif, aucun consensus n'a été obtenu à ce jour sur des éventuels changements de densité. Question tranchée par des scientifiques qui ont pour la première fois mesuré directement des variations de densité avec l'épaisseur de films très minces de deux plastiques très courants. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *Polymer*.

<https://doi.org/10.1016/j.polymer.2021.123934>

Contacts : Jean-Paul Chapel, Guillaume Vignaud



© Laurent Eisler

## Un biocatalyseur sans platine pour du dihydrogène vert

Les hydrogénases sont des enzymes qui peuvent catalyser la production de dihydrogène à partir d'eau et d'électricité et la réaction inverse de conversion de dihydrogène en électricité. Pour cela, il est nécessaire de les fixer sur des électrodes pour assurer la circulation du courant. Les scientifiques du Laboratoire de bioénergétique et ingénierie des protéines (CNRS / Aix-Marseille Université) et de l'université technique de Munich viennent de mettre au point un nouveau polymère spécifique qui permet de greffer l'enzyme sur l'électrode en conservant ses propriétés catalytiques pour les deux directions de la réaction, sans perte d'énergie électrique. Des hydrogénases pourraient-elles bientôt remplacer le platine actuellement utilisé pour produire du dihydrogène encore plus vert ?

<https://www.nature.com/articles/s41929-021-00586-1>

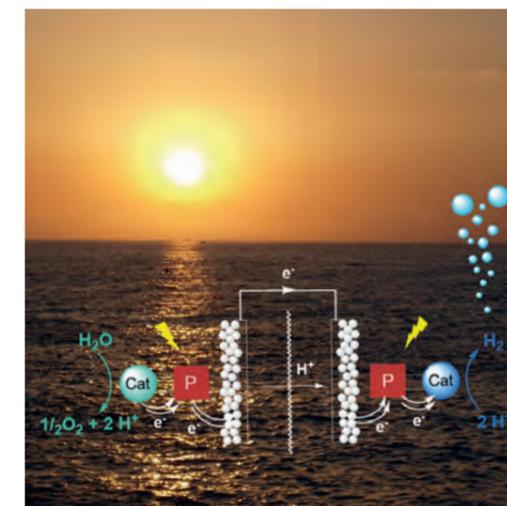
Contacts : Christophe Léger, Nicolas Plumeré

## Vers la production d'hydrogène vert à partir de soleil et d'eau

La production de carburants solaires par des procédés photo-électrochimiques performants et peu coûteux est un objectif affiché dans le cadre de la transition écologique. Des chercheurs du LCBM (Université Grenoble Alpes / CNRS / CEA) et de la Friedrich Schiller University Jena en Allemagne relèvent ce défi pour la production d'hydrogène selon une démarche de photosynthèse artificielle, en concevant des photo-cathodes qui intègrent des catalyseurs de cobalt couplés à des colorants organiques photosensibles. Ils montrent, dans une étude récemment publiée dans *ACS Catalysis*, comment lever les verrous qui limitent l'exploitation de ces systèmes à grande échelle.

<https://doi.org/10.1021/acscatal.0c05033>

Contact : Murielle Chavarot-Kerlidou



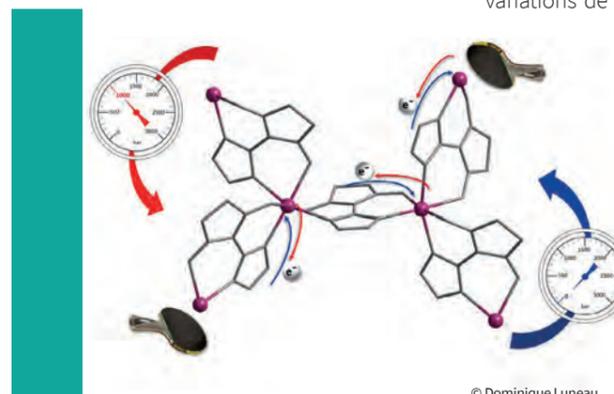
© Murielle Chavarot-Kerlidou

## Quand les électrons jouent au ping-pong dans des molécules

Des scientifiques du Laboratoire des multimatériaux et interfaces (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1) ont élaboré des matériaux moléculaires à base de métaux et de radicaux où des électrons sont mis en mouvement dans un jeu de ping-pong métal-radical rythmé par des variations de température autour de  $-20^{\circ}\text{C}$ . Ce va-et-vient provoque la commutation entre deux états magnétiques qui traduisent l'histoire thermique du matériau et lui confèrent ainsi un effet mémoire. En collaboration avec les Universités de Montréal et d'Hiroshima, ils ont montré qu'en appliquant une faible pression, ils pouvaient induire cette transition à température ambiante, rendant ces composés plus facilement utilisables pour des applications dans des dispositifs de mémoires ou des capteurs. Résultats à retrouver dans la revue *Chemical Communications*.

<https://doi.org/10.1039/D0CC08144B>

Contact : Dominique Luneau



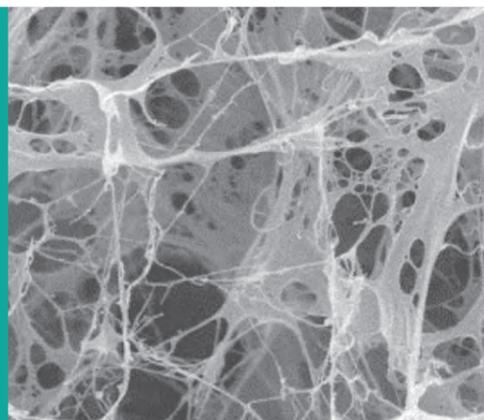
© Dominique Luneau

## Un étiquetage chimique pour éclairer les plantes

L'utilisation de marqueurs de spin tirant avantage des propriétés paramagnétiques électroniques permet d'étudier les lignines, ces polymères polyphénoliques constituant du bois. Les travaux publiés dans *Chemical Communications* et mis en lumière dans *Nature Reviews Chemistry* ouvrent la voie à de nouvelles méthodes de quantification et d'imagerie des lignines dans les parois végétales par chimie bioorthogonale.

<https://www.insb.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/un-etiquetage-chimique-pour-eclairer-les-plantes>

Contacts : INSB Communication, Christophe Biot



© Patrick Snabre

## L'agarose, un hydrogel qui flambe

L'agarose est un biopolymère naturel extrait des algues rouges et très largement utilisé par l'industrie agro-alimentaire et en microbiologie. En solution dans l'eau et à température ambiante, ce polymère prend la forme d'hélices qui s'agrègent en brins semi-flexibles qui eux-mêmes se connectent pour former un réseau tridimensionnel. C'est ce réseau qui confère à l'agarose son pouvoir gélifiant même pour de très faibles quantités de biopolymère dans l'eau (dès 0,1 g %). Le réseau d'agarose forme des pores de grande taille, de quelques dizaines de nm au µm, bien plus grands que ceux obtenus pour d'autres polymères gélifiants, et constitue un environnement naturel particulièrement adapté à la croissance des bactéries et des micro-organismes. La microbiologie a donc principalement recours à des hydrogels à base d'agarose comme supports des milieux de culture cellulaire et leur comportement mécanique et rhéologique conditionne directement la tenue de ces milieux dans le temps.

<https://doi.org/10.1007/s00397-021-01267-3>

Contact : Patrick Snabre



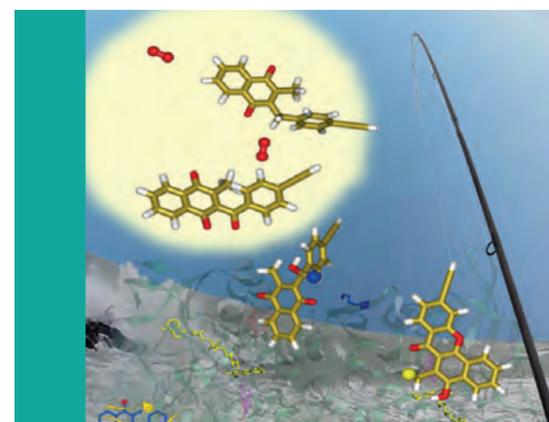
© MONARIS

## La spectroscopie s'adapte à l'étude de l'art moderne

L'irruption des « plastiques » dans le monde de l'art a offert aux artistes des nouvelles matières qu'il est nécessaire de bien connaître pour témoigner des démarches artistiques et mettre en œuvre les procédures de conservation/restauration appropriées. Dans ce contexte, les scientifiques du laboratoire MONARIS\* (CNRS / Sorbonne Université) ont élaboré des protocoles analytiques non invasifs combinant spectroscopies infrarouge et Raman. Pour 7 œuvres sélectionnées dans la collection de la Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea à Rome (Italie) et réalisées dans les années 1960, ils sont parvenus à identifier précisément les polymères utilisés comme liants et les pigments entrant dans la composition des peintures. Ces résultats sont publiés dans la revue *Talanta*.

<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2021.122159>

Contact : Ludovic Bellot-Gurlet



© Elisabeth Davioud-Charvet

## Antipaludiques : une première génération de sondes de la plasmodione

L'identification in situ des cibles protéiques des médicaments dans des systèmes biologiques complexes est une étape essentielle au développement de nouveaux principes actifs. C'est notamment le but recherché par les scientifiques du Laboratoire d'innovation moléculaire et applications (CNRS / Université de Strasbourg/Université de Haute-Alsace) pour la plasmodione, un agent antipaludique. Ils viennent de concevoir des sondes moléculaires portant des fonctions photoréactives spécifiques qui ont permis d'élucider les interactions de la plasmodione et de ses métabolites avec deux cibles protéiques de la cellule infectée. Publiés dans la revue *Journal of the American Chemical Society*, ces travaux permettent d'envisager de nouvelles stratégies d'optimisation de médicaments antipaludiques.

<https://doi.org/10.1021/jacsau.1c00025>

Contact : Elisabeth Davioud-Charvet

## Ligation chimique : l'outil de synthèse des protéines du futur

Pourrait-on fabriquer des protéines polyfonctionnelles qui seraient les nouveaux biomédicaments de demain ? C'est ce que nous promet la ligation chimique catalysée par des enzymes. Vladimir Torbéev, directeur de recherche à l'Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires (ISIS, CNRS), présente cette voie de synthèse des protéines en plein essor.

<https://doi.org/10.1021/jacs.0c10053>

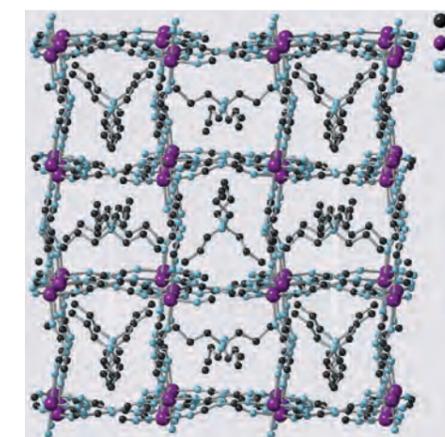
Contact : Vladimir Torbeev

## Les perovskites hybrides, de nouveaux verres aux propriétés uniques

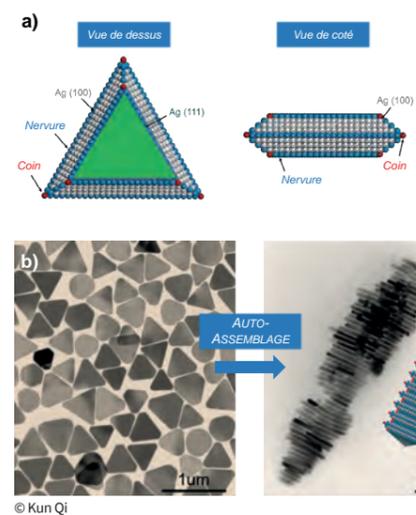
Les perovskites hybrides sont des matériaux largement étudiés pour leurs propriétés impliquées dans le transport d'ions, la conduction thermique ou la photoconduction... Encore faut-il pouvoir conserver ces propriétés lorsque les perovskites passent de l'état cristallin à l'état vitreux, une étape incontournable avant de pouvoir les introduire dans des composants électroniques. Objectif atteint pour les scientifiques de l'Institut de recherche de Chimie Paris (CNRS / Chimie ParisTech, PSL University). Leurs travaux font l'objet d'un article dans la revue *Nature Chemistry*.

<https://www.nature.com/articles/s41557-021-00681-7>

Contact : François-Xavier Coudert



© François-Xavier Coudert



## Des catalyseurs d'argent nanostructurés pour valoriser le CO<sub>2</sub>

La valorisation du dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>, en le convertissant en briques moléculaires élémentaires utilisables par l'industrie pétrochimique ou comme combustibles est une stratégie qui permettrait, à terme, de boucler le cycle du carbone. Parmi les technologies envisagées, la réduction électrochimique, ou électrolyse, du CO<sub>2</sub> en monoxyde de carbone (CO) et dioxygène (O<sub>2</sub>) en utilisant des sources d'énergie renouvelable suscite un grand intérêt. Une équipe de recherche de l'IEM (CNRS / ENSC Montpellier / Université de Montpellier) a récemment mis au point une nouvelle stratégie pour maximiser les performances des catalyseurs nécessaires à cette conversion. Ces résultats, publiés dans la revue *ACS Nano*, permettent d'envisager une transformation éco-responsable du CO<sub>2</sub> en ressource.

<https://doi.org/10.1021/acsnano.1c01281>

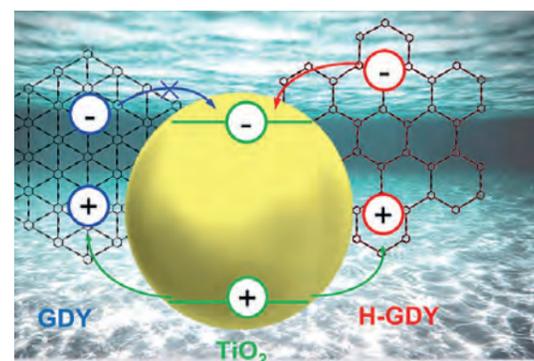
Contact : Damien Voiry

## Magnétisme et chiralité : un mariage éclairé

On sait depuis Pasteur et Faraday que renverser la direction d'un champ magnétique ou inverser la symétrie miroir de molécules joue sur la propagation de la lumière. Associer les deux effets génère une anisotropie dite magnéto-chirale. En comparant expérience et modélisation dans le cas de complexes du nickel chiraux, les chercheurs valident ici pour la première fois une théorie microscopique et mettent en évidence le rôle du couplage des mouvements des électrons et des atomes dans l'intensité de l'anisotropie magnéto-chirale.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.abg2859>

Contact : Geert Rikken



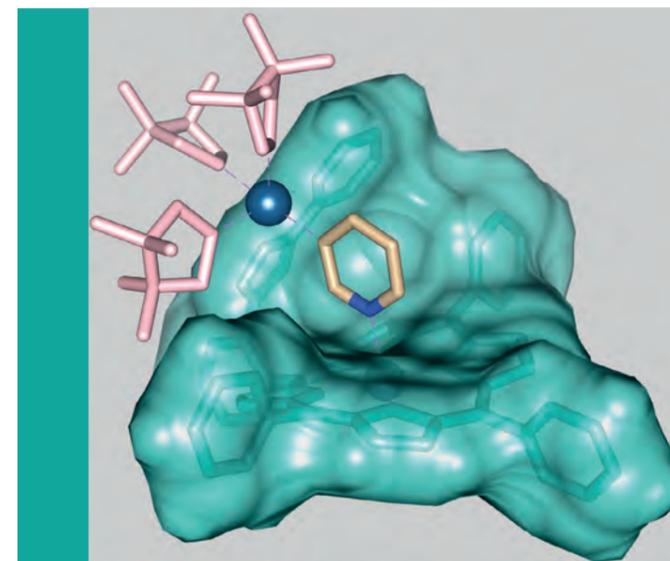
© Mohamed Nawfal Ghazzal

## Les plantes, sources d'inspiration pour convertir l'énergie solaire

Produire de l'hydrogène vert par photodissociation de l'eau comme le font les plantes nécessite des photocatalyseurs à la fois performants et peu coûteux. Il est donc nécessaire de s'affranchir des métaux nobles qui entrent actuellement dans leur composition. D'où l'idée des scientifiques de l'Institut de chimie physique (CNRS / Université Paris-Saclay) et de l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay (CNRS / Université Paris-Saclay) de développer une nouvelle famille de matériaux hybrides essentiellement composés, comme le sont les plantes vertes, d'atomes de carbone. Leurs résultats parus dans la revue *Advanced Functional Materials* montrent que ces nouveaux photocatalyseurs permettraient de produire efficacement de l'hydrogène à partir d'eau grâce à la lumière visible.

<https://doi.org/10.1002/adfm.202100994>

Contact : Mohamed Nawfal Ghazzal



© Rafael Gramage-Doria

## Des catalyseurs artificiels qui imitent de mieux en mieux les enzymes

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques naturels qui réalisent des transformations biochimiques sélectives dont l'efficacité réside dans la multitude de fonctions chimiques dont ils sont dotés. Hélas, ces fonctions souvent complexes sont très difficiles à reproduire dans des systèmes non biologiques. C'est maintenant chose faite par des scientifiques de l'Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / ENSC Rennes / Université de Rennes 1 / INSA Rennes) qui ont développé une approche inédite pour synthétiser des systèmes non biologiques, purement organométalliques, capables de catalyser des réactions chimiques avec des degrés de sélectivité et des cinétiques comparables à celles obtenues par des enzymes naturels. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *Angewandte Chemie* avec le label « Hot Paper ».

<https://doi.org/10.1002/anie.202101997>

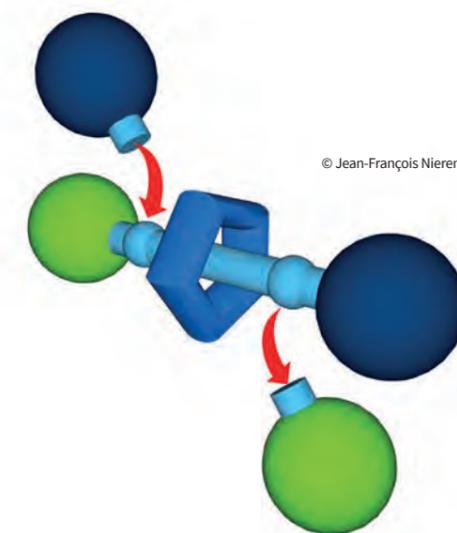
Contact : Rafael Gramage-Doria

## Une pince moléculaire fluorescente et flexible pour piéger les anions

Développer des molécules « pinces » capable de piéger et relarguer des anions, espèces chimiques chargées négativement, est une problématique intéressante pour nombre d'applications allant de la dépollution de l'eau aux approches thérapeutiques. Ce piégeage réversible repose sur l'utilisation d'interactions faibles et modulables entre les molécules « pinces » et l'anion. Des scientifiques de l'ILV, du LAMBE et du PPSM ont mis au point et synthétisé de telles molécules fluorescentes dont le comportement dual de capteur et de sonde d'anions a pu être démontré. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *RSC Advances*.

<https://doi.org/10.1039/D1RA00630D>

Contacts : Damien Prim, Jean-Yves Salpin, Gilles Clavier



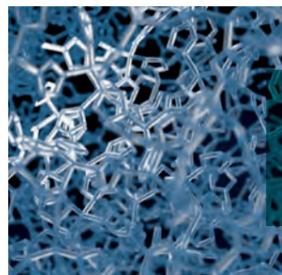
© Jean-François Nierengarten

## Lumière sur les entrelacs moléculaires

Les rotoxanes sont des molécules entrelacées constituées de sous-unités moléculaires liées entre elles par des liens mécaniques et dont l'utilisation comme moteur moléculaire (interrupteur ou muscle moléculaire) suscite un grand intérêt. Des chercheurs du LIMA (CNRS / Université de Strasbourg / Université de Haute-Alsace) ont développé une nouvelle méthode permettant de les préparer facilement. Publié dans la revue *Chemistry - a European Journal*, ce travail a d'ores et déjà été exploité pour la construction d'un système photo-actif, siège d'un processus photo-induit à travers l'espace.

<https://doi.org/10.1002/chem.202100943>

Contact : Jean-François Nierengarten



Structure désordonnée du ZIF-4 en phase liquide

© François-Xavier Coudert

## Quand le désordre s'invite dans des matériaux poreux

Les matériaux poreux comme les zéolites ou les « Metal-organic frameworks » (MOF's) sont utilisés par l'industrie dans des procédés de séparation, stockage et transformation chimique de molécules. La plupart du temps ordonnés, voire cristallins, l'uniformité de leur structure permet de prédire et contrôler facilement leurs propriétés. Mais qu'en est-il pour des structures désordonnées comme les verres amorphes ou les états liquides poreux ? Dans une étude récemment publiée dans la revue *Nature Materials*, les scientifiques de l'Institut de recherche de Chimie Paris (CNRS / Chimie ParisTech, PSL University) montrent comment le désordre confère des propriétés inédites à ces matériaux.

<https://doi.org/10.1038/s41563-021-00957-w>

Contact : François-Xavier Coudert

## Maladies neurodégénératives : une nouvelle méthode pour étudier les assemblages de protéines

Parfois fonctionnels, parfois pathologiques, les amyloïdes sont des assemblages de protéines emmêlés difficiles à étudier. Des scientifiques des laboratoires CBMN (CNRS / Université de Bordeaux / Bordeaux INP), IBGC (CNRS / Université de Bordeaux), CRMN (CNRS / UCBL / ENS Lyon) et de l'Institut Pasteur ont développé une méthode qui permet d'enfin en explorer la structure. Publiés dans la revue *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, ces travaux basés sur la résonance magnétique nucléaire (RMN) vont être étendus aux assemblages amyloïdes impliqués dans les maladies neurodégénératives.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2014085118>

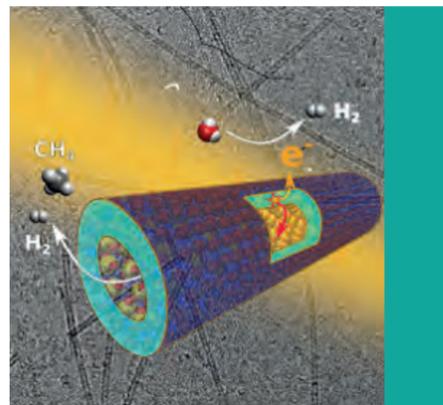
Contact : Antoine Loquet

## Les imogolites, des nanotubes aux propriétés remarquables

Le traitement des polluants aquatiques est un enjeu écologique de taille qui nécessite de trouver des astuces pour isoler et faire réagir des molécules organiques toxiques afin de les dégrader et les éliminer. Parmi les technologies possibles, la photocatalyse hétérogène des semi-conducteurs, qui utilise la lumière pour générer des espèces réactives, est particulièrement intéressante et viable sur le plan énergétique. Une équipe mixte entre le CNRS et le CEA a récemment démontré l'efficacité de nanotubes d'imogolite comme photocatalyseurs dont la surface peut être facilement modifiée pour attirer et réagir avec des molécules ciblées. Ces résultats, publiés dans la revue *Nanoscale*, permettent d'entrevoir des solutions écologiquement viables pour la dépollution de l'eau.

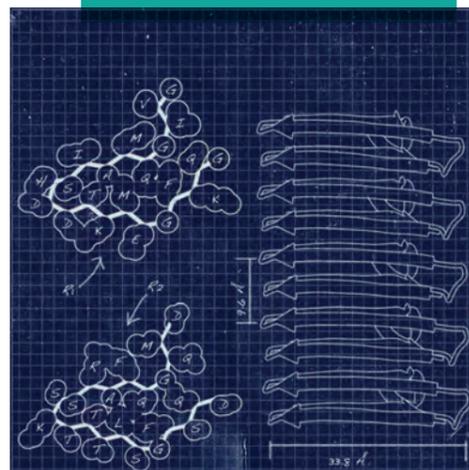
<https://doi.org/10.1039/D0NR08948F>

Contacts : Sophie Le Caer Bolis, Antoine Thill, Mehran Mostafavi, Cédric Carteret



© Nimbe

Détermination de structures à l'échelle atomique d'amyloïdes fonctionnels par spectroscopie de RMN du solide



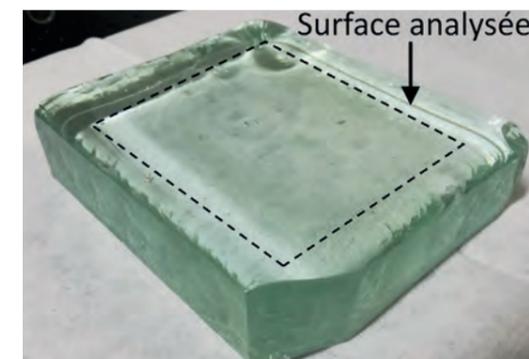
© Benjamin Bardiaux

## Des nanoparticules organiques ultra-brillantes pour l'imagerie biologique en profondeur

La spectroscopie de fluorescence est un outil d'imagerie indispensable à la recherche en biologie, notamment en neurosciences. La clé pour observer des échantillons de tissus vivants en profondeur réside dans les performances des sondes fluorescentes utilisées. Des chercheurs de l'Institut des sciences moléculaires (CNRS / Université de Bordeaux) ont synthétisé de nouvelles nanoparticules fluorescentes à base de molécules organiques, stables, ultra-brillantes et émettant dans le rouge pour que leur fluorescence ne soit pas trop absorbée par les tissus voisins et reste ainsi mesurable. En collaboration avec le Laboratoire photonique, numérique et nanosciences (CNRS / Université de Bordeaux / IOGS) et l'Interdisciplinary institute for neuroscience (CNRS / Université de Bordeaux), ils ont ainsi pu recueillir des images de cerveau de rats à des profondeurs encore jamais explorées (de l'ordre de 150 µm). Résultats à retrouver dans la revue *Advanced Materials*.

<https://doi.org/10.1002/adma.202006644>

Contacts : Mireille Blanchard-Desce, Laurent Cognet, Laurent Groc



© Maxime Jacquemin

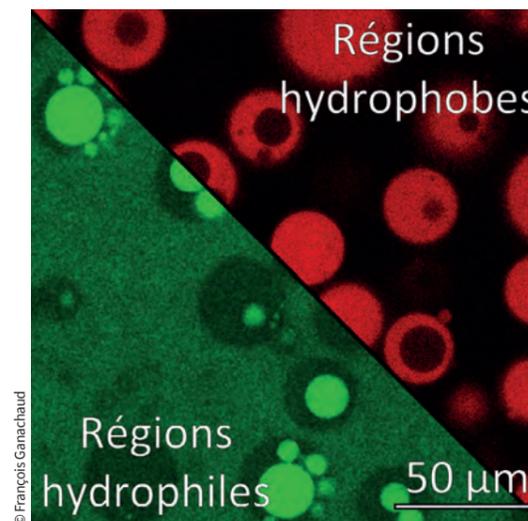
## La mémoire thermique du verre révèle son histoire

Les verres les plus courants sont élaborés en refroidissant brutalement un bain d'oxydes fondus. Ces procédés de coulée de verre sont censés fournir des matériaux vitreux très homogènes et de grandes dimensions (10 x 10 x 3 cm pour environ 1 kg, voir figure). Mais sont-ils réellement si homogènes ? C'est ce qu'ont voulu vérifier les scientifiques du laboratoire Conditions extrêmes et matériaux : haute température et irradiation (CNRS) et du laboratoire Surface du verre et interfaces (CNRS / Saint-Gobain Recherche). Dans le cadre d'une étude fondamentale sur les mécanismes de diffusion dans le verre,

ils ont étudié par imagerie Raman des échantillons d'aluminosilicates de sodium et de calcium obtenus par ce procédé de coulée. Des images surprenantes ont révélé des volutes macroscopiques à la surface du verre, sortes d'inhomogénéités de surface, qui sont une mémoire du processus de coulée et témoignent de l'histoire thermique du verre.

<https://doi.org/10.1002/jrs.6086>

Contacts : Patrick Simon, Ekaterina Burov



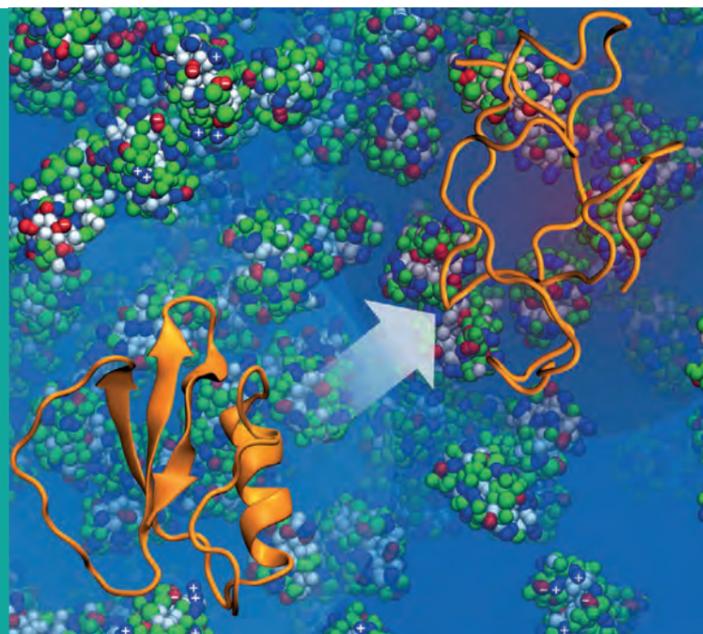
© François Ganachaud

## Un polymère universel pour stabiliser des microcapsules à cœur(s) aqueux

L'encapsulation est un procédé largement utilisé dans les industries pharmaceutique, agroalimentaire ou cosmétique pour cloisonner, protéger et/ou relarguer une molécule d'intérêt (parfum, arôme, médicament, détergent...). Pourtant, les molécules hydrophiles sont généralement plus difficiles à encapsuler que les actifs lipophiles et il existe très peu de techniques simples et efficaces pour générer des microcapsules remplies d'une phase aqueuse.

<https://doi.org/10.1021/acsapm.1c00077>

Contact : François Ganachaud



© Fabio Sterpone

## Comment température et encombrement modulent la forme des protéines

Le fonctionnement d'une protéine dépend de sa forme dans l'espace, en particulier de son repliement ou non. Si sa structure n'est pas perturbée quand la protéine est isolée, tout change dans l'environnement encombré d'une cellule. Deux chercheurs du Laboratoire de biochimie théorique (LBT, CNRS) ont découvert que la stabilité structurale d'une protéine dépendait d'un équilibre entre la température, l'espace disponible, la taille des molécules alentour et les interactions de la protéine avec ces dernières. Publiés dans le *Journal of Physical Chemistry Letters*, ces travaux vont permettre de mieux comprendre la dégradation des protéines, qui pourrait être causée par un manque de stabilité.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jpcllett.0c03626>

Contact : Fabio Sterpone

## Des spins moléculaires qui répondent à la lumière

La lumière peut être utilisée pour faire fonctionner rapidement et efficacement des systèmes quantiques, comme les ordinateurs quantiques. Des chercheurs de l'Institut de Technologie de Karlsruhe (KIT, Allemagne), de l'Université de Strasbourg et du CNRS à Chimie ParisTech (Paris, France) ont obtenu des nouvelles molécules à base d'ions de terres rares, l'europium, qui peuvent être utilisées comme unités quantiques fondamentales et dont les spins nucléaires sont manipulables par la lumière. Cette avancée importante est publiée dans la revue *Nature Communications*.

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22383-x>

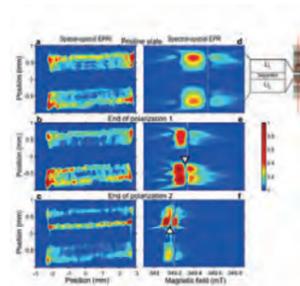
Contacts : Diana Serrano, Philippe Goldner, Mario Ruben

## Suivre en direct l'évolution du lithium dans les batteries Li-ion

La charge rapide d'une batterie Li-ion s'accompagne de la formation d'amas de lithium métallique au niveau des électrodes qui détériorent leur fonctionnement, freinant ainsi leur utilisation dans l'industrie automobile. Par des expériences de spectroscopie par résonance paramagnétique électronique (RPE), des équipes du CEMHTI (CNRS / Université d'Orléans) et du LASiRe (CNRS / Université de Lille) ont obtenu des images en temps réel de la formation de ces amas appelés dendrites lors d'une charge rapide de la batterie. Ces résultats, publiés dans la revue *Nature Communications*, devraient permettre de mieux comprendre ce phénomène parasite.

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-21598-2>

Contacts : Élodie Salager, Hervé Vezin



© Elisabeth Scherrer

## La microfluidique pour neutraliser les agents de guerre chimique

La neutralisation des agents de guerre chimique (CWA) est une question de la plus haute importance en raison des stocks restants des conflits passés ou de leur utilisation lors des récents événements dramatiques. Parmi ces CWA, les « gaz moutardes » au soufre et les agents neurotoxiques organophosphorés de la série V sont particulièrement persistants dans l'environnement. À l'aide d'un système de microfluidique en flux continu, une équipe franco-belge a relevé le défi de leur neutralisation efficace et parfaitement contrôlée à l'aide d'un oxydant solide classique, l'oxone. Ces résultats, à retrouver dans la revue *Green Chemistry*, apportent une solution très prometteuse pour l'environnement et les populations de nombreuses zones géographiques.

<https://doi.org/10.1039/D1GC00449B>

Contact : Julien Legros

## Catalyseurs à base de polymères pour dégrader les polluants organiques

La pollution chimique de l'eau résulte en grande partie des effluents chargés de polluants organiques et de métaux lourds. Différents procédés existent pour traiter ces effluents à grande échelle dans les stations d'épuration : l'adsorption, la floculation, la filtration membranaire et la biodégradation. Ces procédés conventionnels ne sont malheureusement pas très sélectifs et conduisent souvent à la formation de boues elles-mêmes difficiles à traiter. D'autres procédés sont étudiés, tels que les procédés d'oxydation avancées (POA), produisant des espèces hautement réactives de l'oxygène à partir de divers peroxydes et qui permettraient une destruction totale des déchets organiques en ne produisant que de l'eau et du dioxyde de carbone. Des chercheurs de l'Institut de sciences des matériaux de Mulhouse (CNRS / Université de Haute-Alsace) et du Laboratory of materials and environment de l'université Ibn Zohr (Agadir-Maroc) ont développé de nouveaux catalyseurs de POA à base de polymères conducteurs (Polyaniline et Polypyrrole) encapsulés dans des billes d'alginate de calcium. Ces catalyseurs non métalliques se sont avérés efficaces pour éliminer et dégrader totalement, et sans aucun apport d'énergie lumineuse externe, l'orange G (OG), un polluant organique présent dans les systèmes aquatiques. L'encapsulation permet de récupérer et recycler facilement ce catalyseur et d'en préserver les propriétés dans le temps. Ces résultats prometteurs, publiés dans la revue *Applied Catalysis B: Environmental*, vont à présent être testés à plus grande échelle.

<https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2021.119948>

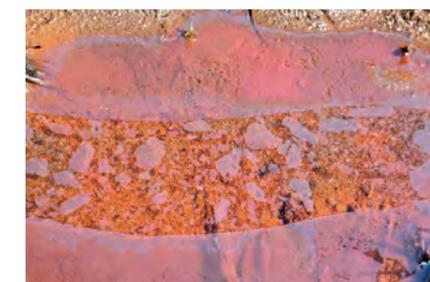
Contact : Amane Jada

## Une communication électrique entre les cellules $\beta$ du pancréas coordonne la sécrétion d'insuline

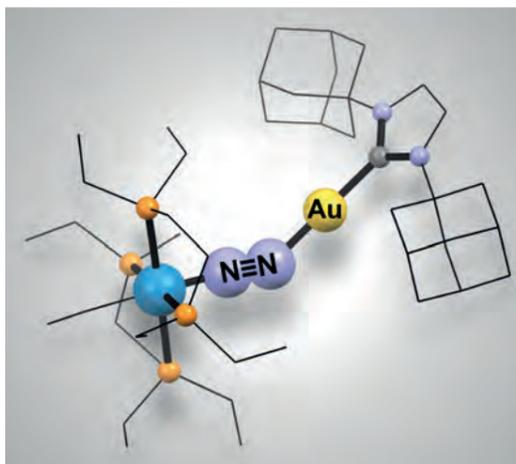
Après un repas, la partie endocrine du pancréas sécrète de l'insuline en deux phases, au cours desquelles des cellules, appelées cellules  $\beta$ , se coordonnent pour une sécrétion optimale. Des chercheurs du CBMN (CNRS / Université de Bordeaux / Bordeaux INP), de l'IMS (CNRS / Université de Bordeaux / Bordeaux INP), de l'INCLIA (CNRS / Université de Bordeaux) et de l'université de Genève (Suisse) ont en effet découvert que ces cellules se synchronisent grâce à des signaux électriques, et que ce système fonctionne mal en conditions diabétogènes. Publiés dans le journal *Diabetes*, ces travaux aident à mieux comprendre la sécrétion d'insuline et serviront de référence pour la génération de substituts aux cellules  $\beta$  à partir de cellules souches.

<https://doi.org/10.2337/db20-0214>

Contact : Matthieu Raoux



© Sabine Desprats Bologna/GET/CNRS Photothèque



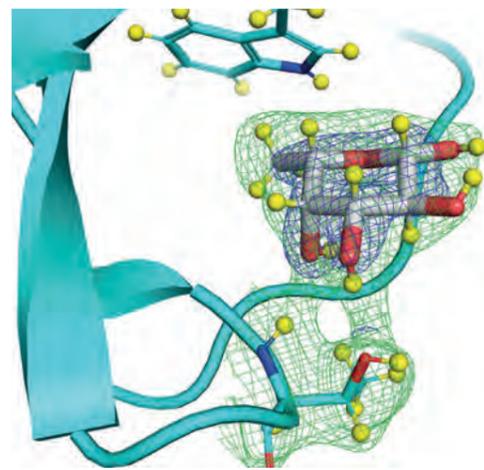
© Antoine Simmoneau

### Un complexe en or pour activer le diazote 3

Le diazote, constituant principal de notre atmosphère, est le seul réservoir d'azote accessible sur la surface terrestre pour les organismes vivants. Pour transformer cette molécule particulièrement inerte, la nature a conçu des enzymes spécifiques, les nitrogénases. Celles-ci fertilisent la biosphère grâce à leur cœur composé d'atomes de fer qui les rend capable de transformer le diazote en ammoniac, un composé facilement métabolisable.

<https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.0c03271>

Contact : Antoine Simmoneau



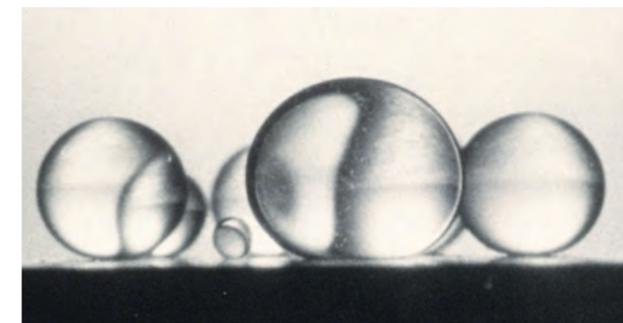
© L. Cejdos

### Un sucre au deutérium pour étudier l'amarrage des bactéries sur nos cellules

Les bactéries pathogènes s'arriment aux cellules qu'elles attaquent grâce aux sucres présents sur leur membrane. Un mécanisme crucial à étudier, car il aiderait à soigner ces infections sans renforcer la résistance des bactéries. Pour cela, des chercheurs du CERMAV (CNRS), de l'Institut Laue-Langevin (ILL) et du CEITEC (Université Masaryk, République Tchèque) ont modifié un sucre pour qu'il réponde à la cristallographie aux neutrons, une technique qui dévoile comment les bactéries s'accrochent aux sucres. Ces travaux, publiés dans la revue *Structure*, pourraient s'étendre à des sucres plus complexes pour mieux comprendre différents phénomènes biologiques et proposer de nouvelles stratégies anti-infectieuses.

<https://doi.org/10.1016/j.str.2021.03.003>

Contact : Anne Imberty



© Mathieu Petrisans/CNRS Photobiologie

### Quand les nanosciences nous obligent à voir les bulles d'un autre œil

À l'échelle du nanomètre, les lois physiques et thermodynamiques qui gouvernent les propriétés de la matière sont souvent modifiées. Ainsi, l'eau confinée condense plus difficilement et deux liquides miscibles peuvent ne plus l'être, ou vice versa, dans un nano canal. Un chercheur du LCH (CNRS / ENS Lyon / Université Claude Bernard) s'est récemment attelé à étendre la théorie thermodynamique classique pour modéliser des propriétés essentielles comme la tension de surface, impossible à mesurer à cette échelle. Cette importante avancée théorique est parue dans la revue *PNAS* et devrait permettre d'optimiser de nombreux systèmes utilisés dans les nanotechnologies.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2019873118>

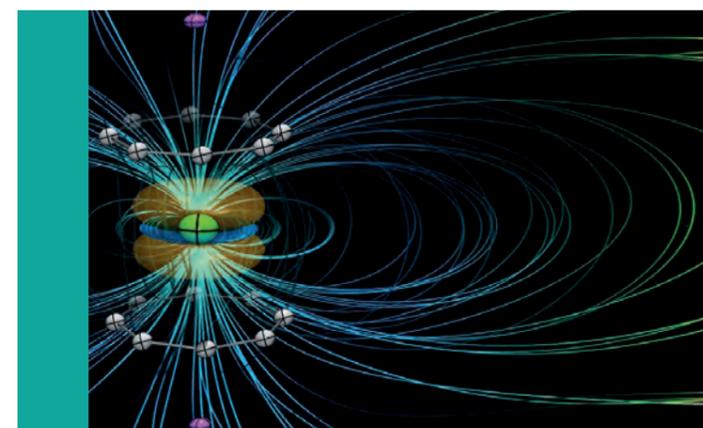
Contact : Wei Dong

### Des polymères cycliques contre les infections à Clostridioïdes difficile

Clostridioïdes difficile est un pathogène du tube digestif responsable d'infections nosocomiales chez l'adulte, dont les formes graves peuvent aller jusqu'à la mort du patient. Le traitement consiste généralement en l'administration d'antibiotiques ne permettant pas de traiter toutes les situations, et garde un taux de récurrence de la maladie extrêmement élevé. Des scientifiques du LCPO (CNRS / Université de Bordeaux / Bordeaux INP), du LCC (CNRS) et du LPBA (CNRS / Université de Paris / Institut Pasteur) ont réussi la synthèse de polymères macrocycliques capables de prévenir efficacement la croissance de *C. difficile*, tout en résistant aux dégradations enzymatiques dans le tube digestif. Ces travaux viennent d'être publiés dans *Journal of the American Chemical Society* et un brevet a été déposé dans la perspective d'un développement pharmaceutique.

<https://doi.org/10.1021/jacs.0c13231>

Contact : Colin Bonduelle



© Grégory Nocton

### Nouvelles molécules-aimants à base de Thulium

Les molécules-aimants, capables de s'aimanter de manière isolée, pourraient présenter des applications potentielles très importantes pour le stockage d'informations à haute densité, l'informatique quantique ou la spintronique. Comme pour tous les aimants, leur aimantation finit par disparaître par relaxation magnétique. Plus l'aimantation disparaît lentement, meilleur est l'aimant, d'où l'importance de mieux comprendre les phénomènes qui contrôlent cette relaxation. Un travail réalisé par des équipes du Laboratoire de chimie moléculaire (CNRS / Institut Polytechnique Paris), de l'Institut de chimie physique (CNRS / Université Paris-Saclay) et de l'Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / Université de Rennes 1 / ENSC Rennes / INSA Rennes) montre que, pour une nouvelle molécule-aimant à base de thulium, plus les molécules sont isolées les unes des autres, plus leur relaxation magnétique est lente. Ces résultats, publiés dans la revue *Angewandte Chemie International Edition*, vont permettre de développer de nouvelles stratégies de synthèse pour aller vers des molécules-aimants toujours plus performantes.

<https://doi.org/10.1002/ange.202015428>

Contacts : Grégory Nocton, Olivier Cadot



© Carlos Marques

### Pollution plastique : la menace cachée des oligomères

L'ampleur de la pollution plastique dans les océans et son impact sur la physiologie de la faune attirent nos yeux vers les conséquences visibles et à grande échelle de ces déchets pour les organismes vivants. Une menace plus insidieuse encore réside dans les fragments de chaînes ou oligomères issus de leur dégradation. Ces molécules sont difficiles à détecter et leur petite taille leur permet de s'infiltrer et pénétrer un peu partout, pourquoi pas dans nos cellules ! Une équipe de scientifiques de l'ICS (CNRS / Université de Strasbourg) le montre : même des petites quantités d'oligomères de polystyrène peuvent pénétrer la membrane cellulaire et en perturber des fonctions essentielles. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *PNAS*.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2016037118>

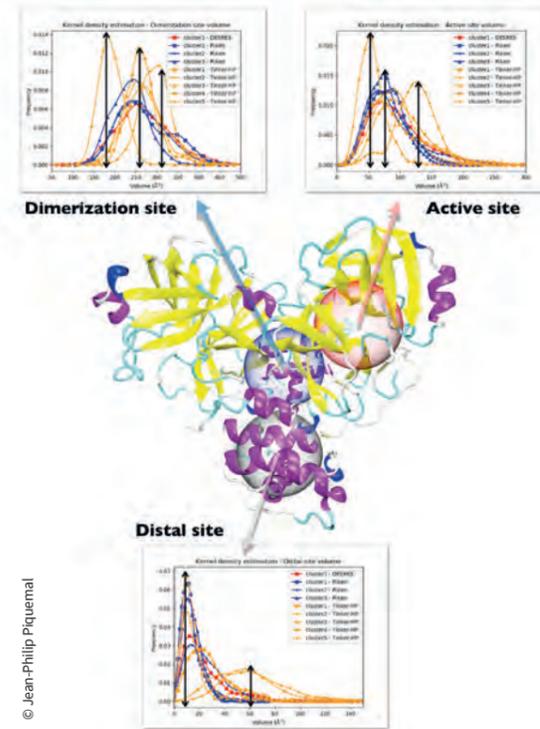
Contact : Carlos Marques

## Un bond de géant pour la modélisation des protéines du virus du Covid-19

Les simulations permettent de trouver des failles dans les protéines des virus, mais plus les modèles sont précis et plus ils sont gourmands en temps de calcul. Des chercheurs du LCT (CNRS / Sorbonne Université), de l'IP2CT (CNRS / Sorbonne Université), de l'université du Texas à Austin (États-Unis) et du GBMC (CNAM / HÉSAM Université) ont obtenu une simulation d'une protéine cruciale du virus responsable de la pandémie Covid-19 en deux semaines de calcul, alors que, à définition égale, les anciens procédés auraient pris une dizaine d'années. Ils ont pour cela adapté leurs codes à la simulation à champs de force polarisables, une méthode capable de mimer des phénomènes quantiques souvent négligés malgré leur importance dans la structure des protéines. En parallèle de la publication de ces travaux dans la revue *Chemical Science*, l'ensemble des programmes informatiques impliqués ont été mis à disposition de la communauté scientifique afin de lutter contre l'épidémie.

<https://doi.org/10.1039/D1SC00145K>

Contact : Jean-Philip Piquemal



© Jean-Philip Piquemal

## Du nickel moléculaire dans les futurs ordinateurs quantiques ?

Par rapport à un bit classique, objet élémentaire de mémoire d'ordinateur qui peut présenter deux états, 0 ou 1, un bit quantique peut se trouver en même temps dans les états 0 et 1. Mais cette « superposition » d'états, utilisée par exemple pour sécuriser les communications, est rapidement détruite par le « bruit magnétique » généré par les noyaux des atomes du matériau, freinant ainsi leur utilisation. Concevoir des molécules simples capables de générer des bits quantiques protégés contre le bruit magnétique ? Défi relevé par une équipe de l'ICMMO (CNRS / Université de Paris Saclay) qui vient de synthétiser une nouvelle molécule à base d'ions nickel (Ni) spécialement conçue pour être insensible au bruit magnétique, molécule qui pourrait ainsi entrer dans les processeurs quantiques moléculaires des ordinateurs de demain. Résultats à retrouver dans la revue *Chemical Science*.

<https://doi.org/10.1039/D0SC05856D>

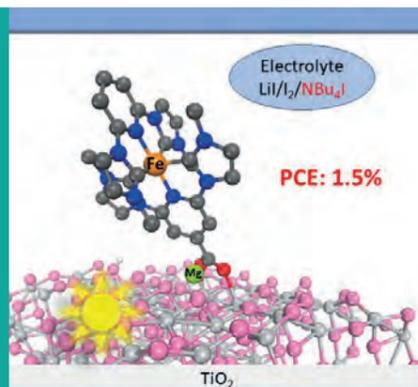
Contact : Talal Mallah

## Du fer pour des cellules solaires plus écocompatibles

Les matériaux photoactifs utilisés dans les OLEDs, l'imagerie médicale ou certains dispositifs photovoltaïques utilisent fréquemment des complexes à base de métaux nobles (Ru(II), Ir(III), ou Re(I)), rares et chers, qui freinent leur production à grande échelle. D'où l'idée des scientifiques du Laboratoire Lorrain de chimie moléculaire (CNRS, Université de Lorraine) de remplacer ces métaux par du fer, métal abondant mais dont les complexes sont à priori peu photoactifs. Leurs travaux publiés dans le *Journal of Materials Chemistry A* décrivent un nouveau système dont l'efficacité photovoltaïque atteint 1,5 %, un record encore jamais obtenu en utilisant ce métal peu coûteux.

<https://doi.org/10.1039/D0TA10841C>

Contact : Philippe Gros



© Philippe Gros

## Des chimistes envoient sur Mars une pastille de zéolithe

Une pastille de zéolithe issue de la collaboration pérenne entre le Centre national d'études spatiales (CNES) et l'Institut de science des matériaux de Mulhouse (UMR 7361 CNRS-UHA) vient d'atterrir sur la planète Mars dans la partie SuperCam du robot Perseverance. Cette pastille a pour but de piéger les composés organiques volatils ou COV issus du dégazage des différents constituants de la SuperCam, en raison des variations de température sur Mars, et d'éviter qu'ils ne se condensent sur les surfaces critiques comme les lentilles. Elle permet donc aux équipements de conserver leur efficacité et de poursuivre leur mission.

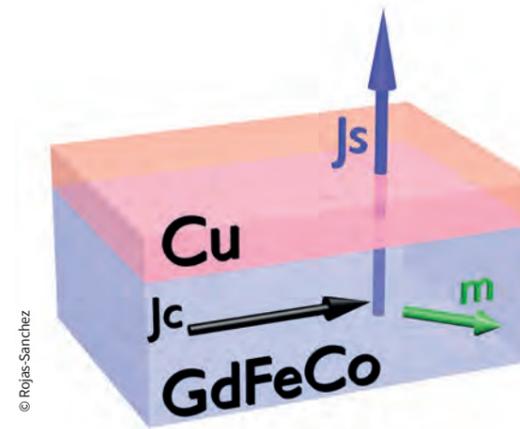
Pour en savoir plus : Des chimistes envoient sur Mars une pastille de zéolithe | INC (cnrs.fr)

Contact : Jean Daou

## Couples auto-induits sur l'aimantation d'une couche magnétique : une nouvelle voie pour les composants spintroniques

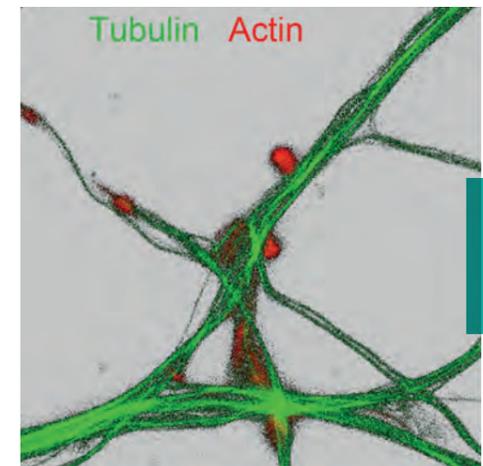
La spintronique offre des solutions nouvelles à la réalisation de composants mémoire et logique basés sur le transport d'aimantation par des courants d'électrons dits courants de spin. Les physiciennes et les physiciens démontrent ici une nouvelle façon de contrôler l'aimantation des dispositifs en générant ces courants à l'intérieur de matériaux magnétiques sans l'intervention de métal lourd externe.

<https://doi.org/10.1002/adma.202007047>



© Rojas-Sanchez

Contacts : Juan Carlos Rojas-Sanchez, Albert Fert



La nano imagerie permet de visualiser les métaux et les protéines dans la cellule.

© Richard Ortega CENBG

## Nano-imagerie corrélative des métaux et des protéines à l'échelle de la synapse

Pour la première fois, la combinaison de deux techniques d'imagerie permet de visualiser et de quantifier avec une résolution spatiale de 40 nm, les atomes de cuivre et de zinc associés aux structures impliquées dans la formation des jonctions entre neurones. Les images ainsi obtenues confirment le rôle clé que jouent ces métaux dans les processus neurologiques. Un travail coordonné par Richard Ortega, chercheur au CENBG et publié dans la revue *eLife*.

<https://doi.org/10.7554/eLife.62334>

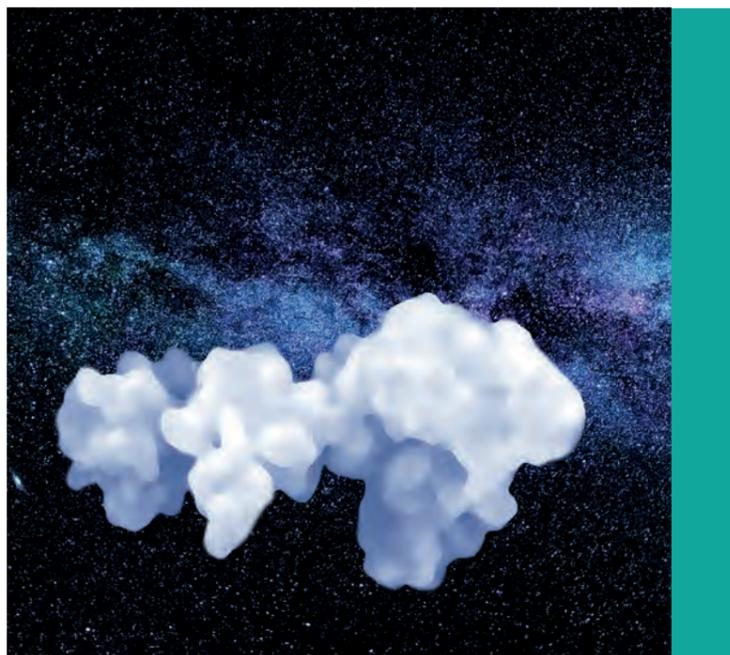
Contacts : Sébastien Incerti, Richard Ortega, Emmanuel Jullien

## Dans l'univers, les glaces se forment moins facilement qu'on ne le croit

En reproduisant en laboratoire certaines des conditions du milieu interstellaire, les chercheuses et les chercheurs montrent que la taille des grains de poussière interstellaire joue un rôle important dans la probabilité d'adsorption des gaz sur ces grains. Cette donnée est essentielle pour la modélisation de la croissance des glaces cosmiques et la compréhension des observations astrophysiques.

<https://doi.org/10.1038/s41550-020-01288-7>

Contact : Philippe Parent



© Philippe Parent

## Des complexes de ruthénium optiquement purs pour la préparation éco-efficace de molécules chirales

Les molécules chirales, qui peuvent exister sous deux formes images l'une de l'autre dans un miroir, sont des incontournables de l'industrie pharmaceutique, cosmétique et agrochimique. Maîtriser chimiquement la forme produite est un enjeu de taille en chimie de synthèse. Des scientifiques de l'ISCR (CNRS / ENSC Rennes / Université de Rennes 1 / INSA Rennes), de l'IRL à UCSD, de l'ISM2 (CNRS / Université d'Aix-Marseille / École Centrale Marseille) et du KAUST en Arabie Saoudite ont récemment démontré la possibilité de préparer de manière éco-efficace des oléfines chirales par métathèse asymétrique grâce à un catalyseur inédit à base de ruthénium, lui-même chiral. Ces résultats, parus dans la revue *JACS*, ont également fait l'objet d'un brevet pour les nombreuses possibilités qu'ils offrent en synthèse organique.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.0c10705>

Contacts : Marc Mauduit, Rodolphe Jazzar, Guy Bertrand

## Comment se forger une carapace ?

Comment se forment les carapaces des insectes ? Pourquoi sont-elles plus ou moins dures, d'où vient leur couleur ? Une étude menée par les scientifiques du laboratoire EcoFoG, de l'Université de Cornell (USA), des laboratoires CEISAM et CEMHTI sur l'espèce de fourmis *Cephalotes varians* révèle que leurs bactéries intestinales fabriquent des acides aminés impliqués dans la formation de la cuticule. Résultats à retrouver dans la revue *Nature Communications*.

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-21065-y>

Contact : Christophe Duplais



© Christophe Duplais

## Pollution aquatique : explorer la piste du lipidome chez les crustacés d'eau douce

Le lipidome constitue l'ensemble des lipides d'un organisme vivant. Son analyse chez les gammares, espèce sentinelle bio-indicatrice de la pollution des écosystèmes aquatiques, permet de mieux comprendre les mécanismes de toxicité induits par les polluants. En analysant le lipidome chez le crustacé *Gammarus fossarum*, des scientifiques de l'Université Claude Bernard Lyon 1, de l'INRAE et du CNRS, en collaboration avec l'Institut Max Planck de Dresde, ont pour la première fois localisé et identifié des lipides sulfatés chez ce crustacé d'eau douce. Ces résultats, publiés dans la revue *iScience*, ouvrent la voie à une meilleure compréhension de l'impact des polluants sur les milieux aquatiques.

[https://www.cell.com/iscience/fulltext/S2589-0042\(21\)00083-3?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2589004221000833%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/iscience/fulltext/S2589-0042(21)00083-3?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2589004221000833%3Fshowall%3Dtrue)

Contacts : Sophie Ayciriex, Matthieu Martin



© Laboratoire d'écotoxicologie INRAE

## Des microcapsules pour mimer l'effet immunomodulateur des sucres de la paroi de champignons pathogènes

L'inhalation par l'Homme des spores disséminées dans l'air du champignon *Aspergillus fumigatus* peut conduire à des maladies pulmonaires parfois mortelles. Des recherches ont montré que la couche externe de ces spores, essentiellement constituée de sucres, participait à l'élimination du pathogène. D'où l'intérêt d'identifier le rôle de chaque sucre dans l'induction de la réponse immunitaire de l'hôte. En concevant des microcapsules biomimétiques sur lesquelles ils ont greffé différents polysaccharides, les scientifiques de l'Institut Galien Paris Saclay (CNRS / Université Paris Saclay) et de l'Institut Pasteur à Paris sont parvenus à mieux comprendre l'effet immunomodulateur des sucres de la paroi des champignons. Résultat à retrouver dans la revue *Bioconjugate Chemistry*.

<https://doi.org/10.1021/acs.bioconjchem.9b00304>

Contact : Kawthar Bouchemal

## Métalloenzymes : comment des acides aminés distants du site actif impactent leur réactivité

On considère habituellement que l'activité catalytique de métalloenzymes comme les hydrogénases, utilisées pour la production de dihydrogène, est déterminée par les premiers voisins des ions métalliques de leur site actif. Des scientifiques du Laboratoire de bioénergétique et ingénierie des protéines (CNRS, Aix-Marseille Université) et des Universités de Bochum (Allemagne) et de Turin (Italie) viennent de montrer dans la revue *Nature Communications* comment des acides aminés bien plus éloignés du métal conditionnent également la réactivité de l'hydrogénase de la bactérie *Clostridium beijerinckii*. Paramètre qu'il faudra prendre en compte pour optimiser la synthèse de catalyseurs biomimétiques encore plus performants pour la production d'hydrogène vert.

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-20861-2>

Contact : Christophe Léger





© Wilma TRALDI/Davide NORMANNO/  
CRCM/CNRS Photothèque

## De l'importance de la taille des protéines dans les interactions protéines-nanoparticules

L'utilisation de nanoparticules (NP) en milieux biologiques est très répandue, tant dans le secteur environnemental qu'agro-alimentaire ou pharmaceutique. En nanomédecine, par exemple, elles sont utilisées pour prévenir ou soigner certaines maladies, pour le diagnostic *in vivo*, le relargage ciblé de médicaments et l'imagerie moléculaire. Lorsqu'une NP est plongée dans un

milieu biologique comme le sang ou le mucus, une couche de protéines, appelée corona, s'adsorbe instantanément à sa surface et lui confère une nouvelle identité biologique qui peut conditionner sa bio-distribution, voire sa toxicité. La formation de cette corona dépend directement de la forme, la taille ou la charge électrique des protéines et des NP.

<https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c01334>

Contacts : Laurent Marichal, Jean-Philippe Renault, Serge Pin

## Pigments : le blanc dans l'œuvre de Léonard de Vinci

Le pigment blanc appelé « blanc de plomb » utilisé par Léonard de Vinci a retenu l'attention des scientifiques, qui se sont toujours interrogés sur l'origine des nuances de blancs observées au sein d'une même unité picturale. Pour répondre à cette question, de nouvelles analyses de la composition et la microstructure de ce pigment, prélevé sur un microéchantillon de l'œuvre « La Vierge, l'Enfant Jésus et Sainte Anne » (Musée du Louvre) ont été réalisées. Les résultats de ces analyses, rendus complexes par la taille (< 100 µm) et la diversité chimique de ce précieux fragment, sont à découvrir dans la revue *Scientific Reports*. Ils montrent que c'est l'utilisation de différentes structures cristallines de carbonates de plomb qui est à l'origine des effets picturaux sur la toile.

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-78623-5>

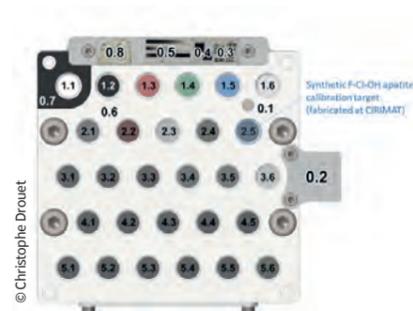
Contact : Victor Gonzalez

## Un composé de référence pour calibrer l'analyseur du rover martien Perseverance

Comment calibrer un appareil une fois sur Mars ? À bord du rover « Perseverance », le module SuperCam disposera d'une série d'échantillons de référence pour améliorer la précision de l'analyse minéralogique de la surface de la planète rouge. Des chercheurs du CIRIMAT (CNRS / Toulouse INP / Université Toulouse 3 Paul Sabatier), en interaction avec le centre Raimond Castaing (CNRS / Université Toulouse 3 Paul Sabatier / Toulouse INP / INSA Toulouse) et la PNF2 (CNRS) ont préparé à la demande de l'IRAP (CNRS / Université Toulouse Paul Sabatier / CNES) une de ces cibles de calibration. Le processus de sélection et validation des cibles de calibration, y compris celles préparées par d'autres laboratoires, est publié dans *Space Science Reviews*.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11214-020-00764-w>

Contact : Christophe Drouet



© Christophe Drouet

Illustration du porte-échantillon pour la calibration de SuperCam. La pastille 2.5 est l'apatite réalisée au CIRIMAT.



© CNES/ESA/Arianespace/Optique vidéo CSG, 2019

## Polytétrazènes : des nouveaux polymères énergétiques et dégradables

Quand il s'agit d'envoyer une fusée dans l'espace, chaque gramme compte et les combustibles utilisés, appelés ergols, se doivent de fournir la meilleure propulsion possible. Pour l'étape du lancement, on utilise des boosters solides qui contiennent un combustible mélangé à un liant polymère qui, lui, ne réagit pas. Des scientifiques du LHCEP (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1 / CNES / ArianeGroup) et du C2P2 (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1 / CPE Lyon) ont récemment réussi à préparer des nouveaux liants eux-mêmes fortement énergétiques à base de polymères azotés qui participent à la combustion. Ces polymères ouvrent de nombreuses perspectives en aérospatiale, mais également dans la gestion de fin de vie des plastiques car ils peuvent être entièrement dépolymérisés dans un solvant. Ces résultats sont à retrouver dans la revue *Angewandte Chemie International Edition*.

<https://doi.org/10.1002/anie.202008562>

Contacts : Chaza Darwich, Emmanuel Lacôte, LHCEP

## Étude de cas aux Philippines : l'alimentation, principal vecteur d'exposition aux néonicotinoïdes

De plus en plus décriés pour leurs effets sur l'environnement et la santé, les insecticides néonicotinoïdes restent largement utilisés à travers le monde. Des chercheurs du Centre de biophysique moléculaire (CBM, CNRS), de l'Université de Neuchâtel (Suisse), de l'Université De La Salle de Manille (Philippines), de l'Université de médecine de Tokyo (Japon) et de l'Université de Sydney (Australie) ont réalisé une étude de terrain. Cette recherche montre, dans trois régions agricoles des Philippines, un lien direct entre la concentration en néonicotinoïdes des sols et leur présence dans les cheveux de la population. La contamination des cheveux est aussi observée pour les populations qui n'habitent pas à proximité des parcelles étudiées, mais qui consomment les produits qui en sont issus. Publiés dans la revue *Science of The Total Environment*, ces travaux apportent une nouvelle preuve expérimentale que la contamination par les néonicotinoïdes passe essentiellement par la consommation d'aliments traités.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143822>

Contact : Jean-Marc Bonmatin

## Fibres optiques : l'impression 3D passe aux verres

Couramment utilisée pour la réalisation d'objets à base de polymères, l'impression 3D, récemment étendue aux matériaux à base de verres, ouvre de nouveaux champs d'investigation. La fabrication de fibres optiques transparentes infrarouges, utilisées pour des applications médicales, pourrait bénéficier de cette nouvelle technologie. En choisissant un verre de la famille des chalcogénures connu pour être façonnable à basse température et transparent aux infra-rouges, les scientifiques de l'Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / ENSC Rennes / Université de Rennes 1 / INSA Rennes), en collaboration avec l'Institut Fresnel (CNRS / Centrale Marseille / Université d'Aix-Marseille) et la société Selenoptics, sont à l'origine de la première fibre optique en verre pour l'infrarouge obtenue par impression 3D. Résultats parus dans la revue *Optical Materials Express*.

<https://doi.org/10.1364/OME.415090>

Contact : Johann Troles



Préforme de fibrage en verre de chalcogénures obtenue par impression 3D.

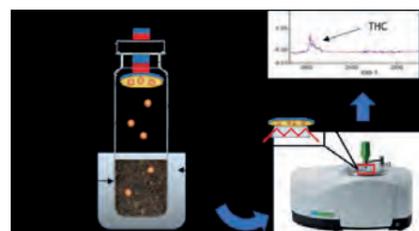
© Johann Troles

## Une méthode transportable pour l'analyse des polluants hydrocarbures dans les sols

Les méthodes de détection de pollution des sols par les hydrocarbures nécessitent des prélèvements, qui doivent ensuite être envoyés pour des analyses en laboratoire. Des chercheurs du LCE (CNRS / Aix-Marseille Université) et de l'ICR (CNRS / Aix-Marseille Université) ont développé une technique de précision qui peut être entièrement effectuée sur place en peu de temps, à moindre coût financier et environnemental. Publiés dans *Analytical Chemistry*, ces travaux reposent sur une extraction des polluants par chauffage des sols.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.analchem.0c02493>

Contacts : Sébastien Maria, Pierre Doumenq



© Sébastien Maria

## Pollution de l'air : tous les bienfaits du platine !

Le monoxyde de carbone (CO) est un polluant atmosphérique principalement produit par les véhicules à moteur. Pour s'en débarrasser à la source, on introduit dans le pot d'échappement des automobiles un catalyseur à base de platine qui convertit le CO en eau et CO<sub>2</sub>. Jusqu'à maintenant, ce catalyseur était connu pour être actif à chaud sur les gaz d'échappement. Les scientifiques du Laboratoire de synthèse et fonctionnalisation des céramiques (CNRS / Saint-Gobain Research Provence) et de l'Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon (CNRS / Univ Lyon) viennent de montrer qu'il est également très efficace à température ambiante, et ont élucidé le mécanisme de son fonctionnement. Ces résultats, à retrouver dans la revue *Angewandte Chemie International Edition*, ouvrent des pistes pour le traitement de l'air ambiant en utilisant cette voie de dégradation du CO.

<https://doi.org/10.1002/anie.202013223>

Contacts : Helena Kaper, Frédéric Meunier

## COMMUNIQUÉS DE PRESSE

Retrouvez l'intégralité de ces communiqués : <https://www.cnrs.fr/espace-presse>



© Maguy Jaber

## La peinture a tempera sondée à l'échelle moléculaire

Contrairement à la peinture à l'huile qui l'a supplantée à partir du xv<sup>e</sup> siècle, la peinture a tempera pratiquée sur panneaux de bois, parois murales ou toiles a été peu étudiée sur le plan physico-chimique. Cette technique picturale en vigueur depuis l'Antiquité est caractérisée par des pigments dispersés dans un mélange d'eau et de liant, le plus souvent du jaune d'œuf. Pour comprendre, à l'échelle moléculaire, les interactions qui gouvernent les propriétés macroscopiques, une équipe du CNRS, de Sorbonne Université et de l'ESPCI a reproduit des recettes du xv<sup>e</sup> siècle décrites par le peintre toscan Cennino Cennini, à base de jaune d'œuf et d'un pigment argileux appelé terre verte. Ce mélange a été utilisé à grande échelle dans les œuvres du Moyen-âge, en sous-couche de dorures ou de zones de couleur chair. En mesurant les propriétés d'écoulement et en caractérisant l'organisation moléculaire, l'équipe a montré que c'est la formation d'un réseau entre les protéines du jaune d'œuf, les molécules d'eau et les particules argileuses du pigment qui rend le mélange plus viscoélastique. Grâce à cette synergie entre le jaune d'œuf et le pigment, les propriétés d'étalement et le pouvoir couvrant de la peinture sont augmentés du fait d'une meilleure cohésion interne des pigments en présence du liant. Cette étude à la frontière de la science des matériaux et de l'histoire de l'art, publiée le 24 novembre 2021 dans la revue *Angewandte Chemie*, contribue à une meilleure connaissance des matériaux choisis par les peintres, avec en perspective une amélioration de la conservation et de la restauration des œuvres réalisées avec ces techniques. Ce projet a reçu le soutien de l'Observatoire des patrimoines de Sorbonne Université.

<https://doi.org/10.1002/anie.202112108>

Contacts : Véronique Etienne, Maguy Jaber, Anne-Laure Rollet

## Lancement du Groupement d'intérêt scientifique Obépine sur les eaux usées

Le 19 octobre, les représentants de dix établissements – CNRS, Eau de Paris, EPHE, Ifremer, Inserm, IRBA, Sorbonne Université, Université Clermont Auvergne, Université de Lorraine et Université de Paris – membres du Groupement d'intérêt scientifique (GIS) de l'Observatoire épidémiologique dans les eaux usées (Obépine), se sont réunis pour la première fois. Sorbonne Université, qui assure la gestion de ce GIS, en préside le Comité des membres.

Contacts : BP Université & CNRS

## PlastiGar : Pollution en microplastiques et contamination des organismes de la Garonne

Des scientifiques des laboratoires toulousains Évolution et diversité biologique (EDB – CNRS, Université Toulouse III – Paul Sabatier, IRD) et Interactions moléculaires et réactivité chimique et photochimique (IMRCP – CNRS, Université Toulouse III – Paul Sabatier) ont quantifié pour la première fois la pollution en microplastiques dans les eaux et les sédiments de la Garonne afin de mieux comprendre la contamination des invertébrés et des poissons. Ces travaux, menés dans le cadre du projet de recherche PlastiGar financé par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et la Région Occitanie, ont été récemment publiés et permettent de mieux comprendre l'ampleur de cette pollution dans les écosystèmes d'eau douce en identifiant les variations saisonnières et géographiques ainsi que la contamination des organismes aquatiques.

Pour en savoir plus :

<https://www.occitanie-ouest.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/plastigar-pollution-en-microplastiques-et-contamination-des-organismes-de-la-garonne>

Contacts : Julien Cucherousset, Alexandra ter Halle, Aline Carvalho



© Vincent NGUYEN/EDB/IMRCP/CNRS Photothèque



© Laurence MEDARD/CNRS Photothèque

## De nouvelles et prometteuses perspectives de traitements de la peau

Le collagène, composant principal de la matrice extracellulaire de la peau, peut devenir pathologique s'il est en excès. Cependant, appliquer un champ électrique sur la peau impacte les voies de régulation du collagène, permettant ainsi transitoirement de diminuer sa production et d'augmenter sa dégradation. C'est ce que viennent de mettre en évidence des chercheuses du CNRS, de l'Université Toulouse III – Paul Sabatier et de Toulouse INP accompagnées d'un chercheur israélien. Publiés le 21 octobre 2021 dans le *Journal of Investigative Dermatology*, ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives thérapeutiques pour le traitement local des fibroses cutanées caractérisées par un excès de collagène.

<https://doi.org/10.1016/j.jid.2021.09.025>

Contacts : Elie Stecyna, Laure Gibot

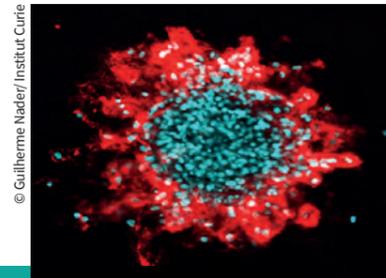


## Vers le développement d'opioïdes sans effets secondaires pour lutter plus efficacement contre la douleur

Les opioïdes ont révolutionné le traitement de la douleur, mais ils présentent de graves effets secondaires pouvant conduire à l'arrêt de la fonction respiratoire et à la mort. Une consommation abusive de ces médicaments liée à leur caractère addictif est d'ailleurs associée à une épidémie de décès par overdose aux États-Unis et en Europe. Leur cible principale impliquée dans la réduction de la douleur et qui provoque les effets secondaires est le récepteur opioïde de type mu. Pour développer de nouvelles molécules analgésiques sans effets secondaires les scientifiques cherchent donc à comprendre comment les opioïdes agissent sur ce récepteur. Dans une nouvelle étude, des chercheurs et chercheuses de l'Inserm, du CNRS et de l'Université de Montpellier à l'Institut de génomique fonctionnelle ont identifié, au sein du récepteur mu, les rouages moléculaires à l'origine des voies de signalisation impliquées dans la réduction de la douleur. Ces résultats, publiés dans la revue *Molecular Cell*, ouvrent la voie au développement d'opioïdes dénués d'effets secondaires.

<https://doi.org/10.1016/j.molcel.2021.07.033>

Contact : bureau de presse du CNRS



Images de cellules tumorales humaines qui envahissent une matrice de collagène. Les noyaux sont colorés en bleu et la partie de la matrice extracellulaire dégradée par les cellules en rouge

## Cancer du sein : la rupture du noyau des cellules tumorales favorise leur dissémination

Quand les cellules se multiplient et migrent, elles peuvent être comprimées et leur noyau se briser. Ce phénomène entraîne des détériorations de leur ADN et des scientifiques du CNRS, de l'Institut Curie et de l'Inserm viennent de montrer qu'il facilite ainsi la dissémination des cellules cancéreuses des tumeurs mammaires. Les résultats de ces recherches sont publiés le 21 septembre dans la revue *Cell*.

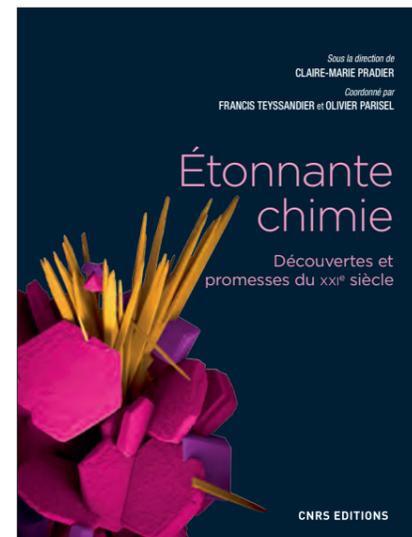
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.08.035>

Contacts : François Maginiot, Matthieu Piel, Nicolas Manel

## Grand oral du bac : quand des chimistes partagent leur expérience avec les lycéens

Découvrir la chimie autrement, c'est ce que proposent dès septembre, le ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports et le CNRS, aux lycéens et lycéennes. Au cours de l'année scolaire 2021-2022, des rencontres seront organisées dans toute la France entre des élèves et des scientifiques autour de l'ouvrage *Étonnante chimie*. Les histoires insolites du livre et les échanges avec les chimistes pourront nourrir la préparation du Grand oral des candidats au baccalauréat de cette année.

Contact : François Maginiot



© CNRS Éditions/Frédérique Plas/IBPC/CNRS Photothèque



## Le CNRS et la Polynésie française, un partenariat renforcé

La toute première convention-cadre entre le CNRS et la Polynésie française vient d'être signée sur l'île de Tahiti pour 5 ans. Elle vise à mettre en avant les potentiels apports de la recherche pour ce pays d'outre-mer français, et souligne l'importance pour les équipes françaises de ce terrain de recherche unique au monde, territoire sentinelle des grands bouleversements, notamment pour le réchauffement climatique et la biodiversité.

## Océan et climat : la recherche française mobilisée dans un programme prioritaire de recherche

Piloté par le CNRS et l'Ifremer, au profit de toute la communauté scientifique française, le nouveau programme prioritaire de recherche « Océan et climat » vise à structurer les forces de recherche française pour mieux connaître cet écosystème et mieux le protéger. Les sept grands défis que devront relever les équipes de recherche ont été présentés à l'occasion de la journée mondiale de l'océan, le 8 juin 2021, au cours d'une conférence de presse.

Contact : bureau de presse du CNRS





© Erwan AMICE/LEMAR/CNRS Photothèque

## Lancement du programme prioritaire de recherche « Océan et climat »

Annoncé par Emmanuel Macron aux Assises de l'économie de la mer en décembre 2019 à Montpellier et co-piloté par le CNRS et l'Ifremer, ce grand programme de recherche aura pour principal objectif de proposer des solutions œuvrant à la compréhension et à la préservation de l'océan et du climat.

Contact : bureau de presse du CNRS

## La France présente aux côtés du Japon dans les premières analyses des échantillons collectés sur l'astéroïde Ryugu

Dans la nuit du 5 au 6 décembre 2020, les échantillons de l'astéroïde Ryugu collectés par la sonde Hayabusa2, opérée par la JAXA (Japon), ont atterri sur Terre, après un voyage retour d'environ un an. Moment historique pour la communauté scientifique mondiale : c'est la première fois que des fragments d'un astéroïde primitif carboné ont été collectés sur place, puis rapportés afin d'être analysés en laboratoire. La France, seul partenaire étranger à participer à ces premières analyses, est présente via l'instrument MicrOmega, microscope infrarouge hyperspectral développé par l'Institut d'astrophysique spatiale (CNRS / Université Paris-Saclay) et livré par le CNES.

Contacts : Pascale Bresson, Raphaël Sart

## Base Z : la voie de biosynthèse d'une nouvelle base azotée de l'ADN élucidée

L'ADN est composé de bases azotées représentées par les lettres A, T, G, C. Celles-ci sont la base du code génétique, et présentes chez tous les êtres vivants. Cependant, chez un bactériophage, une autre base, représentée par la lettre Z, existe. Cette exception, la seule observée jusqu'à maintenant, est longtemps restée un mystère. Des chercheurs de l'Institut Pasteur et du CNRS, en collaboration avec le CEA, ont désormais élucidé la voie de biosynthèse de cette base. Ces travaux ont été publiés dans *Science* le 30 avril 2021.

<https://doi.org/10.1126/science.abe6494>

Contacts : Aurélie Perthuisson, Myriam Rebeyrotte

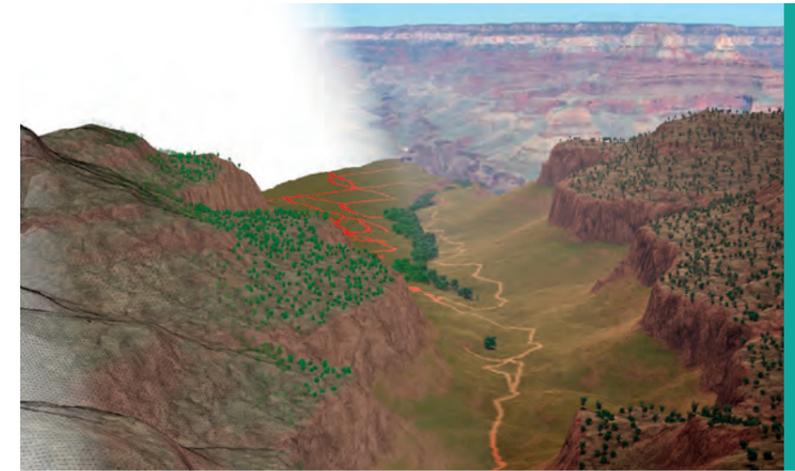


© Frédéric MALIGNE/LAAS/CNRS Photothèque

## Le CNRS renforce ses liens avec l'Université d'Arizona autour des grands défis de notre planète

Le CNRS s'associe à l'Université d'Arizona aux États-Unis pour créer le tout premier International Research Center (IRC) de l'organisme. Le « France-Arizona Institute for Global Grand Challenges » est une structure pionnière, tout particulièrement axée sur l'environnement, la recherche spatiale, et la science des données.

Contact : Priscilla Dacher



© P. ECORMIER-NOCCA/M.-P. CANI/P. MEMARI/G. CORDONNIER/P. CARREZ/A.-M. MOIGNE/B. BENES/LIX/Inria/Im Tools/HNHP/Purdue Univ./CNRS P

## Léonard de Vinci n'a définitivement pas sculpté le buste de la Flora

« C'est une machination, une imposture », s'était défendu le directeur général des collections d'arts de l'État allemand à qui l'on reprochait d'avoir acheté un faux. Wilhelm Bode n'en a jamais démordu : c'est bien une sculpture réalisée par le grand maître de la Renaissance, Léonard de Vinci, encore inconnue, qu'il avait acquise en 1909. Plus de cent ans plus tard, et suite à de nombreuses controverses, des scientifiques menées par une chercheuse du CNRS viennent de lui donner définitivement tort. Conservé au musée Bode de Berlin, le buste de la Flora vient d'être daté précisément au carbone 14 et le résultat est sans appel : la Flora a été façonnée au XIX<sup>e</sup> siècle, près de 300 ans après la mort de Léonard de Vinci. La sculpture ayant été réalisée à base de blanc de baleine, une sorte de cire, les chercheuses ont dû mettre au point une nouvelle méthode de calibration leur permettant de dater précisément sa création. Ces résultats, publiés le 15 avril 2021 dans *Scientific Reports*, montrent comment une datation au carbone 14 peut être appliquée à des matériaux inhabituels.

<https://doi.org/10.1038/s41598-021-85505-x>

Contact : Ina Reiche



© Jean-Claude MOSCHETTI/AlgoSolis/CNRS Photothèque

## Chimie verte et biocarburant : le fonctionnement d'une photoenzyme clef décrypté

Le fonctionnement de l'enzyme FAP, utile pour produire des biocarburants et de la chimie verte, a été décrypté. Ce résultat a mobilisé une équipe internationale de scientifiques, dont de nombreux chercheurs français du CEA, du CNRS, de l'Inserm, de l'École Polytechnique, des universités de Grenoble Alpes, Paris-Saclay et Aix-Marseille, ainsi que du Synchrotron Européen et du Synchrotron SOLEIL. Cette découverte est publiée dans *Science* le 9 avril 2021.

<https://doi.org/10.1126/science.abd5687>

Contacts : Guilhem Boyer, Frédéric Beisson

## Étonnante chimie : 80 chercheuses et chercheurs racontent l'inattendu

Saviez-vous que la chimie peut faire du CO<sub>2</sub> une ressource renouvelable ? Ou encore qu'elle répare le corps humain grâce à l'impression 3D ? Voilà deux histoires parmi la cinquantaine que le livre *Étonnante chimie* vous raconte. Les récits surprenants de 80 scientifiques mèneront les lecteurs et lectrices de la chimie des océans à celle de l'espace interstellaire, en passant par celle au cœur des molécules. L'ouvrage est édité par CNRS Éditions.

Contacts : François Maginiot, Christelle Voisin



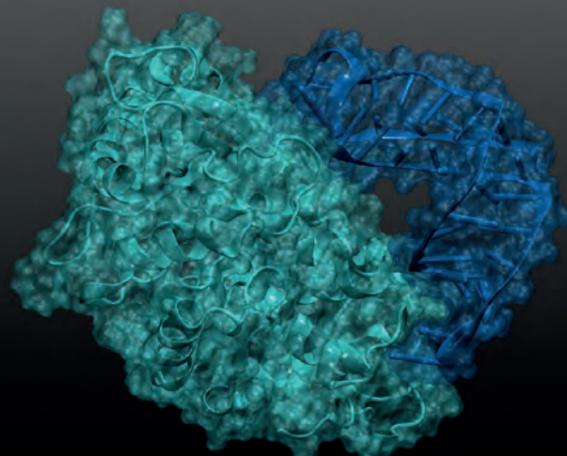
© CNRS Éditions/Frédérique Plas/IBPC/CNRS Photothèque

## COVID-19 un an après : mobilisation générale au CNRS

Le CNRS a pesé dans la recherche pluridisciplinaire mondiale autour du COVID-19 et a permis d'éclairer les décisions publiques.

Retrouvez ces travaux :

<https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/covid-19-un-apres-mobilisation-generale-au-cnrs>



© Antonio MONARI/Emmanuelle BIGNON/Itodys/LPCT/CNRS Photothèque

## Reprise de souffle face à la COVID-19

Un consortium lyonnais travaille à la validation d'une nouvelle méthode pour détecter la COVID-19 via la caractérisation des molécules présentes dans l'air expiré. Aussi simple et rapide qu'un éthylotest, cette méthodologie se base sur les incroyables performances d'une nouvelle génération d'instruments. Au-delà de cette pandémie, un nouveau champ pour le dépistage de pathologies respiratoires est en train de voir le jour.

Contacts : CNRS – Bureau de Presse, Presse HCL, Matthieu Martin, Veronika Pospisilova, Matthieu Riva

## Le CNRS signe une convention avec l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier

Le 19 mars 2021, le CNRS et l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier ont signé une convention de partenariat pour la période 2021-2026.



© Carole FRITZ et al./TRACES/CREAP-MSHS-T/CNRS Photothèque

## Ce coquillage fait résonner des sons vieux de 18 000 ans

Près de 90 ans après sa découverte, un grand coquillage issu de la grotte ornée de Marsoulas, dans les Pyrénées, a été étudié par une équipe pluridisciplinaire du CNRS, du Muséum de Toulouse, de l'Université Toulouse – Jean Jaurès et du musée du quai Branly – Jacques-Chirac : ce serait le plus ancien instrument à vent de ce type. Les scientifiques en dévoilent notamment le son, dans une étude publiée dans la revue *Science Advances* le 10 février 2021.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.abe9510>

Contacts : Véronique Etienne, Carole Fritz

## Un filtre présent dans de nombreuses crèmes solaires se transforme en un composé cancérigène

Filtre organique de protection solaire fréquemment utilisé dans l'élaboration des écrans solaires et crèmes anti-âge, l'octocrylène se dégrade au sein même des flacons en un composé connu, cancérigène et perturbateur endocrinien : la benzophénone. Tel est le résultat d'une étude inédite conduite par des chercheurs du Laboratoire de biodiversité et biotechnologies microbiennes de l'Observatoire océanologique de Banyuls-sur-Mer (Sorbonne Université / CNRS) en collaboration avec leurs confrères américains, publiée dans la revue *Chemical Research in Toxicology* le 8 mars 2021.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrestox.0c00461>

Contacts : Marion Valzy, Samira Techer, Claire de Thoisy Méchin, Philippe Lebaron, Didier Stien



© Cyril FRESILLON/PEPSEA/CNRS Photothèque

## Pollution plastique : du constat aux solutions, la recherche mobilisée

Depuis 70 ans, le plastique a envahi nos vies... et l'environnement, au point de devenir un indicateur de l'Anthropocène. Le cycle du plastique est lui devenu un objet scientifique : quelles sont les principales sources de contamination ? Comment les plastiques sont-ils transformés (fragmentés, dégradés) ? Quels sont leurs impacts sur le vivant et sur les chaînes alimentaires ? Et quelles solutions sont à privilégier face à cette pollution ? En France, la communauté qui étudie ces questions – composée de chimistes, spécialistes de

physique, biologistes, écologues et écotoxicologues, océanographes, économistes et sociologues – est fédérée par le Groupement de recherche (GDR) « Polymères et Océans » créé il y a deux ans par le CNRS en partenariat avec l'Ifremer et l'Anses.

<https://www.cnrs.fr/fr/pollution-plastique-du-constat-aux-solutions-la-recherche-mobilisee>

Contact : Véronique Etienne

## Des lassos moléculaires pour mimer le vivant

Une équipe de recherche de l'Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers (Université de Poitiers / CNRS) a mis au point la première synthèse stéréosélective de lassos moléculaires chiraux : des molécules entrelacées pour mimer les processus du vivant.

<https://doi.org/10.1039/D0SC05369D>

Contacts : Sébastien Papot, Marion Sabourin



Sébastien PAPOT © Yves ALMECJA (IC2MP-CNRS)

## Énergie : vers de nouvelles batteries « éco-conçues »

À l'heure où de plus en plus d'objets ont besoin de toujours plus d'énergie pour fonctionner, l'usage de matériaux d'électrode organiques pour le stockage électrochimique de l'énergie constitue une alternative crédible pour réduire l'impact environnemental et le coût des batteries électriques. Pour répondre à cette problématique, la technologie dite « Li-ion » est particulièrement prometteuse et étudiée. Des chercheurs de l'Institut de la Matière Condensée et des Nanosciences (IMCN, Université Catholique de Louvain) et de l'Institut des Matériaux Jean Rouxel (IMN, Université de Nantes / CNRS) ont développé une approche innovante ouvrant la voie au développement de batteries Li-ion « éco-conçues ». Les résultats ont été publiés dans la revue *Nature Materials*.

<https://doi.org/10.1038/s41563-020-00869-1>

Contacts : Alae Eddine LAKRAYCHI, Alexandru Vlad, Philippe Poizot

## Découverte au Maroc d'une vie microbienne extrêmophile en milieux confinés, il y a 570 millions d'années



© Abderrazak EL ALBANI/Ibtissam CHRAIKI/IC2MP-CNRS Photothèque

Une équipe internationale dirigée par Abderrazak El Albani, Professeur à l'Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers (Université de Poitiers / CNRS) a montré que des microbes ont su coloniser et prospérer dans des milieux extrêmophiles associés à un environnement très confiné de lac volcanique.

Ces résultats sont publiés dans la revue *Geobiology*. A 571 million-year-old alkaline volcanic lake photosynthesizing microbial community, the Anti Atlas, Morocco. Chraiki, I., Bouougri, E. H., Fru, E. C., Lazreq, N., Youbi, N., Boumehdi, A., Aubineau, J., Fontaine, C., El Albani A., *Geobiology*. (2020).

Contacts : Marion Sabourin, Samira Techer, Abderrazak El Albani

## CNRS – LE JOURNAL

Retrouvez l'intégralité de ces portraits sur <https://lejournal.cnrs.fr/>



© François VRIGNAUD/CNRS Photothèque

## Ocytocine : du philtre d'amour au médicament

L'ocytocine semble impliquée dans plusieurs formes d'attachement dont l'amour. Marcel Hibert nous explique ses mécanismes chimiques et bio-

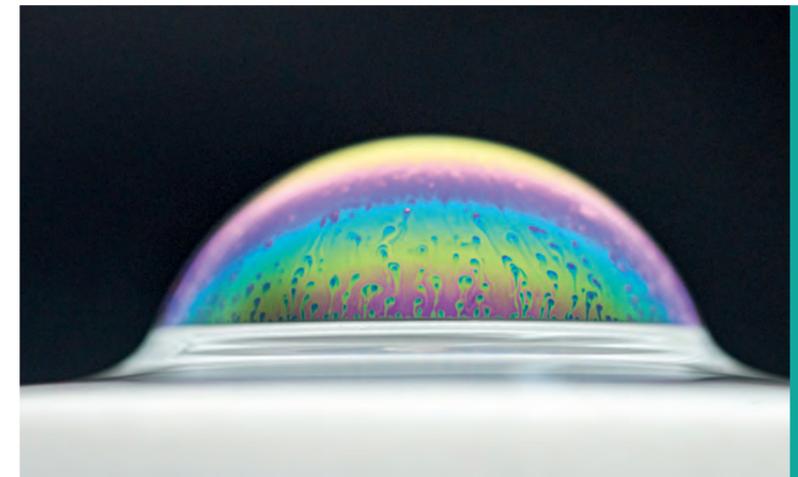
logiques ainsi que les espoirs thérapeutiques qu'elle suscite, notamment dans le traitement de l'autisme.

Contact : Marcel Hibert

## Pour des savons plus propres

Savon, lessive, liquide vaisselle... 20 millions de tonnes de détergents sont mis sur le marché chaque année. Mais les procédés de fabrication sont loin de rendre ces produits inoffensifs pour notre environnement. Pourtant, des solutions alternatives existent, comme l'explique ici le chimiste Niki Baccile, qui appelle à un moratoire sur les détergents d'origine pétrochimique.

Contact : Niki Baccile



© Marina PASQUET/Serge GUICHARD/LPS/CNRS Photothèque

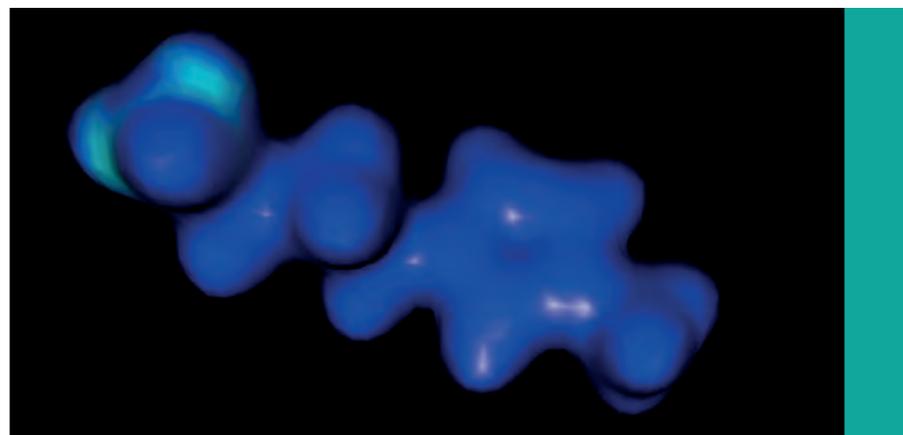
## Dune : anatomie de l'Épice

L'Épice, substance aux pouvoirs extraordinaires décrite dans « Dune », roman de 1965 dont l'adaptation au cinéma est sortie le 15 septembre 2021, possède des propriétés qui rappellent celles de molécules bien réelles. Passionné de science-fiction, le chimiste Fabrice Chemla a mené l'enquête sur sa composition possible.

Contact : Fabrice Chemla

## Révolution en vue pour percer les secrets de la matière

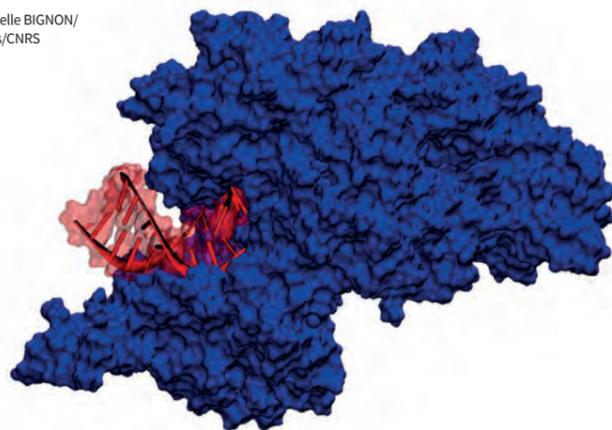
À condition de mettre au point des logiciels adaptés, l'exascale, nouvelle génération de supercalculateurs, offrira une puissance de calcul colossale capable de modéliser les propriétés des molécules et des matériaux, en prenant en compte leurs interactions fondamentales et la mécanique quantique. C'est l'objectif du projet européen Trex.



© Benoit COASNE/CNRS Photothèque

## Les chimistes du projet Gavo s'attaquent aux virus

© Antonio MONARI/Emmanuelle BIGNON/  
Cécilia HOGNON/LPCT/Itodys/CNRS



Comme les virus ne peuvent répliquer leur matériel génétique qu'en détournant la machinerie cellulaire, cibler cette étape cruciale peut stopper l'infection. Des chercheurs d'universités françaises et du CNRS se sont rassemblés au sein du projet Gavo, afin de synthétiser des molécules susceptibles de bloquer la répllication des virus à ARN comme celui du Covid-19. NRS JOURNAL.

Contact : Jacques Lebreton

## Dessaler l'eau de mer : des membranes plus rentables et plus écologiques

Croissance démographique, sécheresses : l'accès à l'eau potable est un enjeu majeur de santé publique. De nouvelles membranes pour dessaler l'eau de mer pourraient permettre de réduire la facture tout en préservant l'environnement, comme nous l'explique dans ce billet publié avec Libération le chimiste Mihail Barboiu, membre de l'Institut européen des membranes de Montpellier qui a coordonné ces travaux.

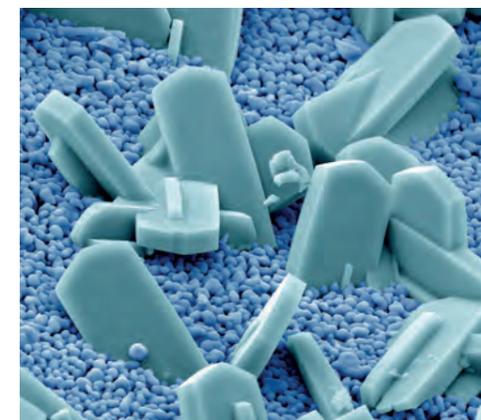
Contact : Mihail Barboiu



© Jean-Yves DELAHAYE/CNRS Photothèque

## PORTRAITS/ENTRETIENS

Retrouvez l'intégralité de ces portraits sur [inc.cnrs.fr](http://inc.cnrs.fr)



© Didier COT/CNRS Photothèque

## Un point sur les zéolithes avec Svetlana Mintova

Minuscules cristaux incroyablement poreux, les zéolithes se sont imposées dans de nombreuses applications industrielles, comme la catalyse pour la production d'essence et la séparation des gaz et des liquides. Dans le domaine biomédical, elles servent par exemple, à la cicatrisation de plaies, à la délivrance de médicaments ou encore d'agents antibactériens. Alors que la recherche sur le sujet continue de battre son plein, Svetlana Mintova, directrice de recherche au Laboratoire catalyse et spectrochimie (CNRS / ENSICAEN / Université de Caen Normandie), nous aide à en comprendre leurs enjeux.

Contact : Svetlana Mintova

## Daniel Lincot : sous le soleil exactement !

À l'occasion de sa nomination à la chaire Innovation technologique Liliane Bettencourt 2021-2022 du Collège de France, avec pour thématique « énergie solaire photovoltaïque et transition énergétique », Daniel Lincot nous livre ce que cet enseignement implique pour lui.



Christophe Cartier dit Moulin

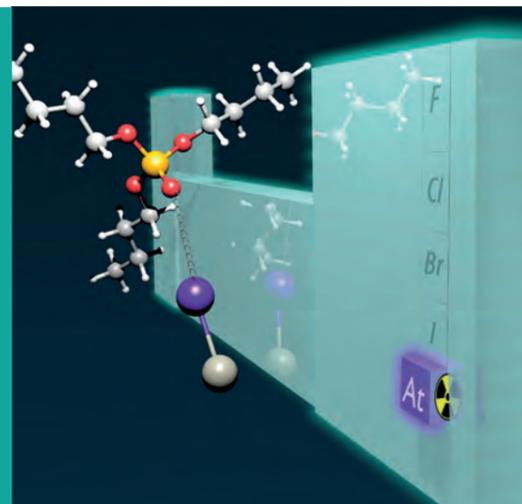
Contact : Daniel Lincot



© Marc Baaden

## Un demi-milliard d'heures de calcul pour lutter contre le Covid-19

Pendant la crise du Covid-19, un partenariat pour l'informatique avancée en Europe (Prace) intégrant 26 pays européens et les cinq plus grands centres européens de supercalculateurs a mobilisé plus d'un demi-milliard d'heures de calcul pour des projets sur des simulations liées à la lutte contre la pandémie dans un appel « accéléré ». Marc Baaden, chercheur au CNRS au Laboratoire de biochimie théorique et membre de Prace, a fait le point.



© François Guérard

## Astate et cancer : trois questions à François Guérard et Nicolas Galland

6 décembre 2021

Élément chimique extrêmement rare et se désintégrant en quelques heures, l'astate pourrait détruire par radioactivité de nombreuses tumeurs sans endommager les tissus sains. Des chimistes du Centre de recherche en cancérologie et immunologie Nantes-Angers (CRCINA, CNRS / INSERM / Université d'Angers / Université de Nantes), du laboratoire chimie et interdisciplinarité : synthèse, analyse, modélisation (CEISAM, CNRS / Université de Nantes) et du Laboratoire de physique subatomique et des technologies associées (SUBATECH, CNRS / IMT-Atlantique Bretagne-Pays de la Loire / Université de Nantes) ont synthétisé quinze ans de travaux dans la revue *Accounts of Chemical Research*. Deux chercheurs, François Guérard et Nicolas Galland, répondent à nos questions

<https://doi.org/10.1021/acs.accounts.1c00327>

## Lucie in the sky

« Choisir, c'est renoncer » n'est pas l'adage de Lucie Jarrige. Entre une carrière exigeante de chimiste au CNRS et l'escalade au top niveau, elle mène ses deux passions de front. Ce qui lui réussit puisqu'elle est encore revenue médaillée d'or de Moscou où se sont tenus les championnats du monde Handi-escalade en septembre 2021.

Contact : Lucie Jarrige



© Dimitris Tosidis/IFSC

## Les nanomédicaments, à petite échelle pour de grandes applications

L'équipe de Julien Nicolas, directeur de recherche CNRS à l'Institut Galien Paris-Saclay – IGPS (CNRS / UP-Saclay) s'intéresse à un domaine en plein essor de la recherche médicale : les nanomédicaments. Entre innovation et nouvelles stratégies thérapeutiques, gros plan sur ces recherches qui visent des applications pour le traitement de maladies graves.

## Elles parlent de leurs travaux dans l'ouvrage *Étonnante chimie*



© Gautier DUFAU

### Analyse des objets d'art : Caroline Tokarski mène l'enquête de main de maître

Professeure en chimie analytique à l'Institut CBMN à l'Université de Bordeaux, Caroline Tokarski est responsable des activités de recherche et développement en spectrométrie de masse. Elle dirige la plateforme Protéome dont la vocation première est l'analyse d'échantillons protéiques de différentes natures. Elle est également à la direction de ARCHE, un laboratoire international associé au CNRS avec le Metropolitan Museum of Art de New York. C'est dans ce cadre que s'inscrivent ses travaux concernant les œuvres d'art et les objets du patrimoine culturel. Dans l'ouvrage *Étonnante chimie*, elle partage des détails d'analyse ayant aidé à la résolution de certaines énigmes de l'histoire de l'art.



© Anne Robert

### Anne Robert : « Ma recherche en science est motivée par la quête de traitements »

Anne Robert est directrice de recherche CNRS au Laboratoire de chimie de coordination (LCC) de Toulouse. Elle mène de longue date une recherche fondamentale focalisée sur les thérapies pour lutter, notamment, contre la maladie d'Alzheimer.



© Bich-Thuy Doan

### Bich-Thuy Doan : « Évaluer les outils nanotechnologiques avant leur utilisation en bioimagerie, c'est ma partie ! »

Aujourd'hui chercheuse au laboratoire Institute of Chemistry for Life and Health Sciences, Bich-Thuy Doan est ingénieure de Chimie ParisTech, formée à la biologie et à ses applications dans l'ingénierie RMN. Retour sur son parcours à l'occasion de la sortie du livre *Étonnante chimie*, auquel elle a contribué avec un chapitre sur les agents intelligents pour l'imagerie.



© Linda Jeuffraut

## Éva Jakab Toth : une chercheuse pour y voir clair sur l'IRM

Chercheuse en chimie bio-inorganique, Éva Jakab Toth est spécialisée dans la conception et la caractérisation de sondes d'imagerie. Elle dirige le Centre de biophysique moléculaire CNRS d'Orléans.



© Uriel Chantraine

## Stéphanie Descroix : « faire mieux avec moins grâce à la microfluidique »

Stéphanie Descroix a reçu une formation interdisciplinaire en biologie et chimie. Elle est directrice de recherche CNRS, à la tête d'une équipe spécialisée en microfluidique au centre de recherche de l'Institut Curie. Avec cette technique, elle réduit l'espace et le temps au diamètre d'un cheveu.



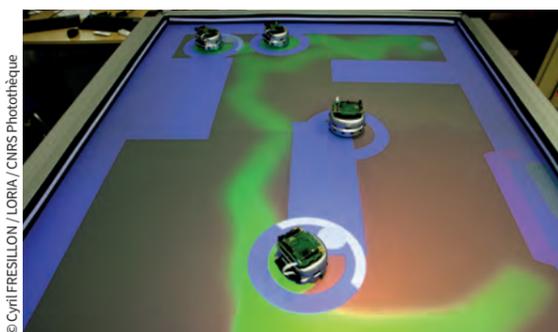
© Aurélie Macarri (Univ Côte d'Azur)

## Cornelia Meinert, la chimie aux origines de la vie sur terre

Directrice de recherche au CNRS, Cornelia Meinert est spécialiste de chimie analytique et de la formation des briques élémentaires à l'origine de la vie, à l'Institut de chimie de Nice. Elle a contribué à l'ouvrage collectif *Étonnante Chimie*.

## Intelligence artificielle : le CNRS lance son Centre dédié

L'IA pour les sciences et les sciences pour l'IA : voici les deux piliers fondamentaux et complémentaires du nouveau Centre du CNRS. Jamal Atif, chargé de mission à l'INS2I, et Alexandre Legris, directeur adjoint scientifique de l'INC, tous deux coordinateurs du défi IA du CNRS, en esquissent les contours.



© Cyril FRESILLON / LORIA / CNRS Photothèque

Contacts : Jamal Atif, Alexandre Legris

## Le CNRS au cœur des programmes et équipements prioritaires de recherche exploratoire

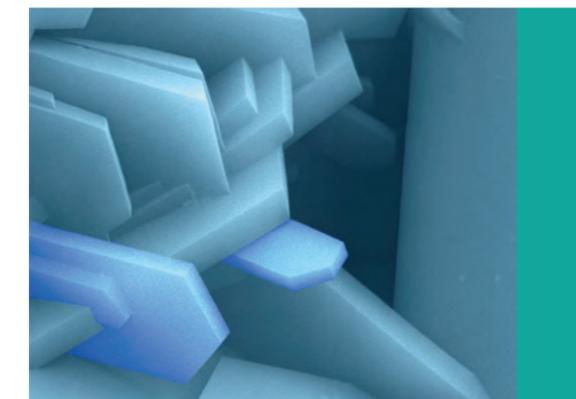
Le CNRS, copilote des quatre premiers Programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) exploratoires. Pour un montant total de 200 M€, quatre projets sont retenus dans le cadre de la première vague de l'appel à projets sur les PEPR exploratoires créés par le quatrième programme d'investissements d'avenir (PIA4). En chimie, le PEPR DIADEM sera officiellement lancé en juin 2021.

## Des plateformes IBISA engagées dans la lutte contre la Covid-19

Dès le début de la crise sanitaire, en mars 2020, elles ont été nombreuses à se montrer réactives face à l'urgence de la situation. Des plateformes IBISA ont apporté leurs compétences aux équipes de recherche du public et du privé pour lutter contre le virus SARS-CoV-2, responsable de la Covid-19. La plupart des domaines technologiques ont été mis à contribution : imagerie, exploration fonctionnelle, biologie moléculaire et cellulaire, génomique, protéomique, bioinformatique... Les efforts se poursuivent, avec le soutien du GIS IBISA.

<https://www.ibisa.net/>

Contact : IBISA



© Didier COT/CNRS Photothèque



© S. Younés

## Lancement de l'ouvrage *Étonnante Chimie*

Le 29 septembre 2021 aura lieu le lancement de l'ouvrage *Étonnante Chimie* édité en avril dernier par CNRS Éditions. Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, avec Jacques Maddaluno, directeur de l'Institut de chimie du CNRS et Blandine Genthon, directrice générale de CNRS Éditions, lanceront cet après-midi qui se déroulera en présence des auteurs du livre ainsi que de Françoise Combes, médaille d'or du CNRS 2020.

Contact : INC



© DR

## Les « Étonnants polymères ! » dévoilent leur mystère pour la Fête de la Science

À l'occasion des 50 ans du Groupe français d'études et d'applications des polymères (GFP) dont ils font partie, Jean-François Gérard, Sophie Guillaume et leurs collègues ont monté une conférence « Étonnants polymères ! » spécialement créée pour la Fête de la science. Du 1<sup>er</sup> au 11 octobre 2021, cette conférence sera donnée à travers toute la France pour expliquer au grand public ce que sont les polymères. Trois questions à Sophie Guillaume, directrice de recherche du CNRS à l'Institut des sciences chimiques de Rennes et présidente du GFP.

Contacts : Sophie Guillaume, Jean-François Gérard

## Un programme de mentorat pour les jeunes doctorantes

Depuis 2015, un programme national de mentorat imaginé par l'association Femmes & Sciences accompagne les jeunes doctorantes à l'aube de leur carrière. Une initiative qui pourrait bientôt voir le jour au CNRS.

Contact : Ray Morris



© CNRS

## Les groupements de recherche en chimie

Les Groupements de recherche (GDR) sont des structures du CNRS dans lesquelles différentes communautés scientifiques partagent leurs connaissances propres et unissent leurs forces pour faire prospérer un domaine bien défini. Un livret est consacré aux GDR de chimie, accessible en ligne.

Pour en savoir plus :

[https://www.inc.cnrs.fr/sites/institut\\_inc/files/download-file/INT\\_GDR\\_FR-en%20ligne-min.pdf](https://www.inc.cnrs.fr/sites/institut_inc/files/download-file/INT_GDR_FR-en%20ligne-min.pdf)

Contact : Pascal Granger



© DR

## Deuxième édition des Visites insolites du CNRS

Le CNRS propose cette année encore, dans le cadre de la Fête de la science 2021, du 1<sup>er</sup> au 11 octobre, des visites insolites dans plus de 80 laboratoires un peu partout en France. Les laboratoires de chimie ont activement participé.

Contact : INC



© D. R.

## 37<sup>e</sup> Olympiades Nationales de la Chimie

Dans un contexte sanitaire particulier, cette 37<sup>e</sup> édition des Olympiades a réussi à être maintenue. Sa réussite est à mettre au compte de l'ensemble des acteurs impliqués dans les Olympiades durant cette année mouvementée : délégués académiques, correspondants industriels et UdPPC, enseignants et parents, jurys... qui ont su s'adapter pour que cette finale nationale ait lieu.



© D. R.

Contact : France chimie IDF



© UMET

## Retour sur les 10 ans de l'UMET

L'UMET a célébré ses 10 ans le mercredi 16 juin 2021 par une matinée d'échanges et de conférences autour des chercheurs du laboratoire et avec l'intervention exceptionnelle de Jean-Marie Lehn, Professeur au Collège de France, Prix Nobel de chimie 1987, sur le thème des « étapes vers la matière complexe ».

Contact : Patrice Woisel

## 80 nouveaux projets pour le programme 80|Prime

Destiné à soutenir et renforcer l'interdisciplinarité entre instituts du CNRS, l'appel à projet 80|Prime a été renouvelé pour 2021.

Contact : Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires du CNRS



© Rivières 2070



© D.R.

## Conférence : Étonnante chimie – Mercredi 28 avril à 18h30

De la compréhension des océans à l'élaboration des parfums, de la conception de nouveaux matériaux à l'exploration des nuages interstellaires, la chimie est partout. Embarquez pour un voyage étonnant, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

Contact : Claire Marie Pradier



© Emmanuel Perrin/CNRS Photographique

## Village de la Chimie

Comme chaque année, le grand public est venu échanger sur les métiers de la chimie, découvrir les dernières recherches sur le stand du CNRS. Des conférences autour du livre *Étonnante chimie* (CNRS Éditions) ont eu lieu

## De nouveaux verres nés de coquilles marines recyclées

L'artiste Lucile Viaud et le chimiste Ronan Lebullenger, maître de conférences à l'Université de Rennes 1, collaborent à l'Institut des sciences chimiques de Rennes : ils explorent les propriétés de verres uniques, nés du recyclage de matières naturelles : coquilles marines, sable, soude issue du goémon, coquilles d'escargots...

Contact : Lucile Viaud



Recherche pour pâte de verre (verre marin Glaz)

© Vincent McClure



© Mallettes MERITE © IMT-Atlantique

## Des mallettes pédagogiques pour les élèves : des laboratoires du CNRS participent au projet MERITE

MERITE est le fruit de 5 années de collaboration (2015 – 2020) entre grandes écoles, universités, organismes de recherche du grand ouest et rectorat de l'académie de Nantes, réunis par une ambition commune : participer à la promotion de la culture scientifique, technique et industrielle (CSTI) auprès des professeurs et des élèves, du CM1 au collège.

Contact : Arnaud Tessier

## Face au Covid-19, des scientifiques bénévoles en renfort à l'hôpital de Marne-la-Vallée

Pour améliorer la capacité des tests PCR en France lors de la première vague de l'épidémie de Covid-19, plusieurs scientifiques de la circonscription se sont portés volontaires pour soutenir l'hôpital de Marne-la-Vallée dans la réalisation de ces tests.

Retour sur ces initiatives qui ont permis aux françaises et français de sortir du premier confinement dans une région francilienne encore classée comme « zone orange » ...

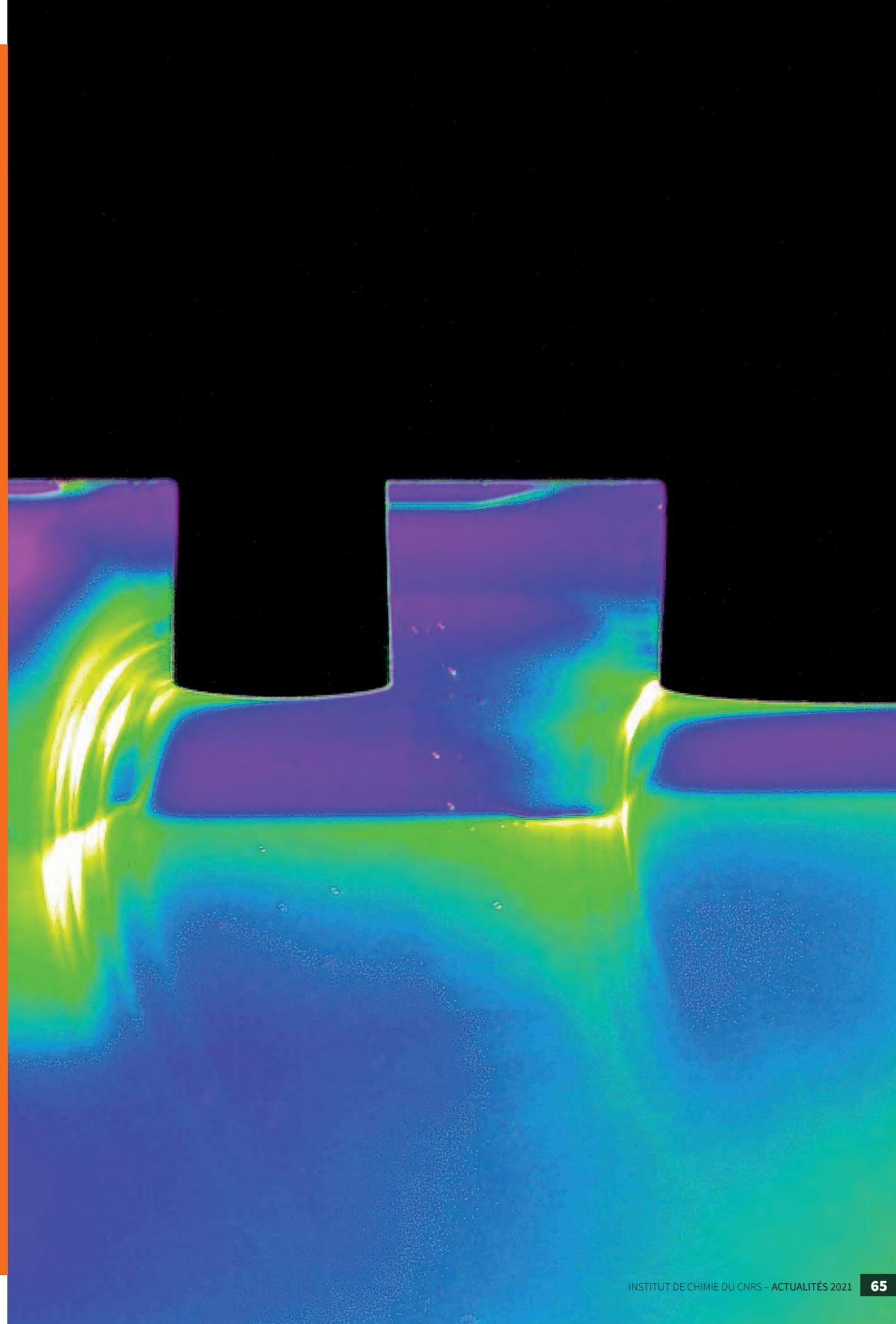
Contacts : Pierre-Yves Canto, Amélie Chimènes, Christophe Hélarly

## La chimie montpelliéraine optimise sa puissance de calcul

Le pôle Balard, qui rassemble la plupart des laboratoires de chimie de Montpellier, va installer ses moyens de calcul au centre national CINES. Une démarche de rationalisation des ressources numériques encadrée par une convention qui vient d'être signée.

# L'INNOVATION EN 2021

Le CNRS met à profit l'excellence de sa recherche pour faire émerger des porteurs d'innovations prometteuses et il rassemble autour d'eux des personnes et des compétences afin d'opérer un transfert technologique. La plupart de ces actualités sont à retrouver en intégralité dans *CNRS la lettre innovation sur cnrs.fr*



## L'INNOVATION EN 2021



© Frédérique Plas/CNRS Photothèque

### « Nous créons en moyenne un laboratoire commun tous les quinze jours »

Jean-Luc Moullet, directeur général délégué à l'innovation du CNRS, livre son analyse sur ce qui fait la particularité des laboratoires communs et leur pérennité.

### Accélérateur d'innovation : le CNRS crée son 200<sup>e</sup> LabCom

Le CNRS a célébré la signature du Centre de résonance magnétique électronique pour les matériaux et l'énergie (CR2ME), issu de la collaboration entre LASIRE et TotalEnergies. C'est le 200<sup>e</sup> LabCom du CNRS en activité ! Fruit d'une dizaine d'années d'échanges fructueux, le Centre de résonance magnétique électronique pour les matériaux et l'énergie vient ainsi tout juste d'être constitué entre le LASIRE et TotalEnergies. Il vise à identifier de nouveaux matériaux plus durables, à très faible impact carbone, appliqués au secteur de l'énergie. Il cherchera également à améliorer la fiabilité et la sécurité de batteries tout-solide, et étudiera le vieillissement de panneaux solaires.

Contact : Alexiane Agullo, Hervé Vezin

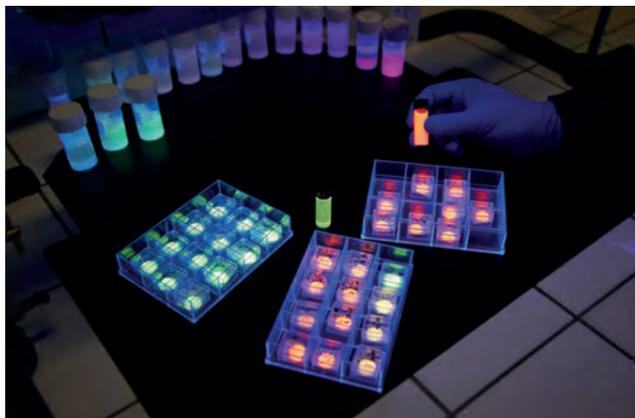


© CNRS

### LABORATOIRE COMMUN

### Des marqueurs luminescents pour lutter contre la fraude

© ISCR



L'Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / Université de Rennes1 / Insa de Rennes / ENSC Rennes) et la société Olnica ont créé le laboratoire commun ChemIntag (Chemical inorganic taggants) pour développer des solutions de traçabilité basées sur des marqueurs luminescents de nouvelle génération.

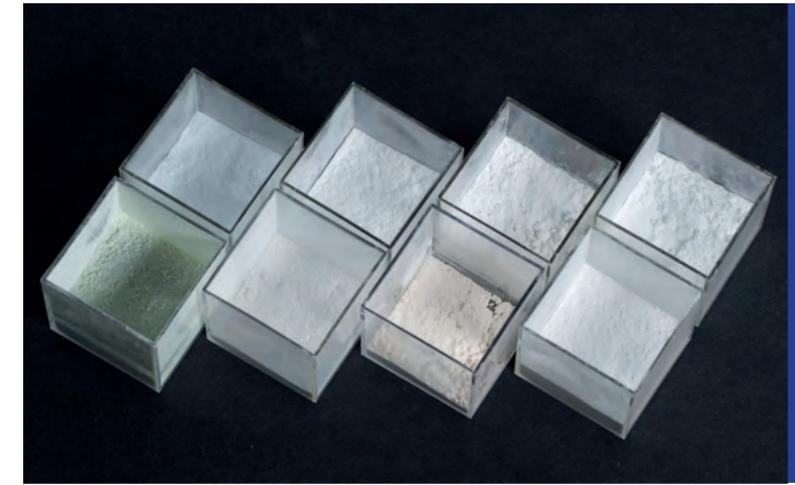
Contact : Olivier Guillou, professeur des universités à l'Insa Rennes et directeur de ChemIntag

### START-UP

### Recycler les métaux et terres rares des batteries

La start-up Mecaware, issue des travaux menés à l'Institut de chimie et biochimie moléculaires et supramoléculaires, développe un procédé d'extraction sélective des métaux et terres rares des batteries, moins polluant et moins consommateur d'énergie que les procédés existants. Une ligne de production pilote vient de démarrer. Institut de chimie et biochimie moléculaires et supramoléculaires (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1).

Contact : Julien Leclaire, enseignant-chercheur de l'université Claude Bernard Lyon 1 à l'Institut de chimie et biochimie moléculaires et supramoléculaires et cofondateur de Mecaware



© François JANNIN/CNRS Photothèque

### BREVET ET LICENCE

### Des catalyseurs bio-inspirés pour lutter contre des agents neurotoxiques

Des scientifiques du laboratoire Chimie organique, bioorganique : réactivité et analyse (CNRS / Insa de Rouen Normandie / Université de Rouen Normandie) développent des outils de décontamination pour lutter contre certaines armes chimiques et des pesticides organophosphorés.

Contact : François Estour, professeur à l'université de Rouen Normandie et chercheur au laboratoire Cobra

### SimatLab, le laboratoire de recherche sur la modélisation des matériaux du futur, accélère son développement



© Michelin - Ludovic Combe

SimatLab, laboratoire de recherche public-privé réunissant Michelin et l'Institut de chimie de Clermont-Ferrand (ICCF, CNRS / Université Clermont Auvergne), renouvelle pour 4 ans ses recherches sur la modélisation des matériaux du futur.

Contact : Pascal Breuilles

## La recherche du CNRS en parfumerie-cosmétique aux 48 H Cosmeto

La filière parfumerie-cosmétique était réunie les 13 et 14 octobre 2021 au Carrousel du Louvre (Paris), à l'occasion des 48 H Cosmeto. Un seul lieu pour deux événements simultanés : le salon Cosmetic 360 qui accueillait cette année 220 exposants, dont un tiers d'étrangers.

L'occasion pour le CNRS, partenaire de l'événement, de présenter la forte implication de ses laboratoires dans de nombreux domaines essentiels pour l'industrie des parfums et des cosmétiques : la chimie et la biologie mais aussi la robotique, le numérique, l'intelligence artificielle, les nouveaux matériaux pour des emballages respectueux de l'environnement, et de projets en sciences humaines et sociales interrogeant les pratiques et usages sociaux de la beauté. Présents sur le stand du CNRS, le Groupement de recherche (GdR) CNRS Cosm'actifs, qui fédère plus de 50 laboratoires et deux autres GdR, principalement concernés par la recherche en parfumerie-cosmétique : le GdR O3 (odorant, odeur, olfaction) et le GdR Tact (sur le toucher).

Contact : Marie Côte, responsable de la coopération industrielle de la filière parfumerie-cosmétique du CNRS



© Luc RONAT/CNRS Photothèque

## Lancement du COSMETIC'RECHERCHE TOUR

Le pôle de compétitivité Cosmetic Valley et le CNRS, main dans la main pour développer les collaborations public/privé dans les territoires, ont lancé un tour de France de la recherche en cosmétique, le jeudi 2 septembre 2021 à l'Université de Poitiers. Une dizaine de rendez-vous seront organisés jusqu'en 2023.

Contact : Richard Daniellou



## BREVET ET LICENCE

### Des aimants imprimés en 3D

Des équipes de l'Institut Jean Lamour ont mis au point un procédé de fabrication directe de pièces magnétiques basé sur une imprimante 3D grand public. Sa commercialisation par la société BBFil est prévue pour la fin de l'année 2021.

Institut Jean Lamour (CNRS / Université de Lorraine)

Contacts : Samuel Kenzari, Thomas Hauet



© CNRS Centre-Est

## Procédés à base de spray : une révolution au cœur de la chimie

Batteries, piles à combustibles, photocatalyse, médicaments... Les nouvelles techniques de chimie de formulation et de synthèse sous vide par spray sont en train de révolutionner bon nombre de domaines clés de la santé et de la transition énergétique. Denis Spitzer nous présente la société Spinofrin qu'il a créée en 2018, aujourd'hui la seule entreprise au monde à produire les constituants de médicaments sous forme de particules de dimensions submicrométriques.

Contact : Denis Spitzer

## START UP

### Focus sur deux nouveaux projets du programme de prématuration du CNRS

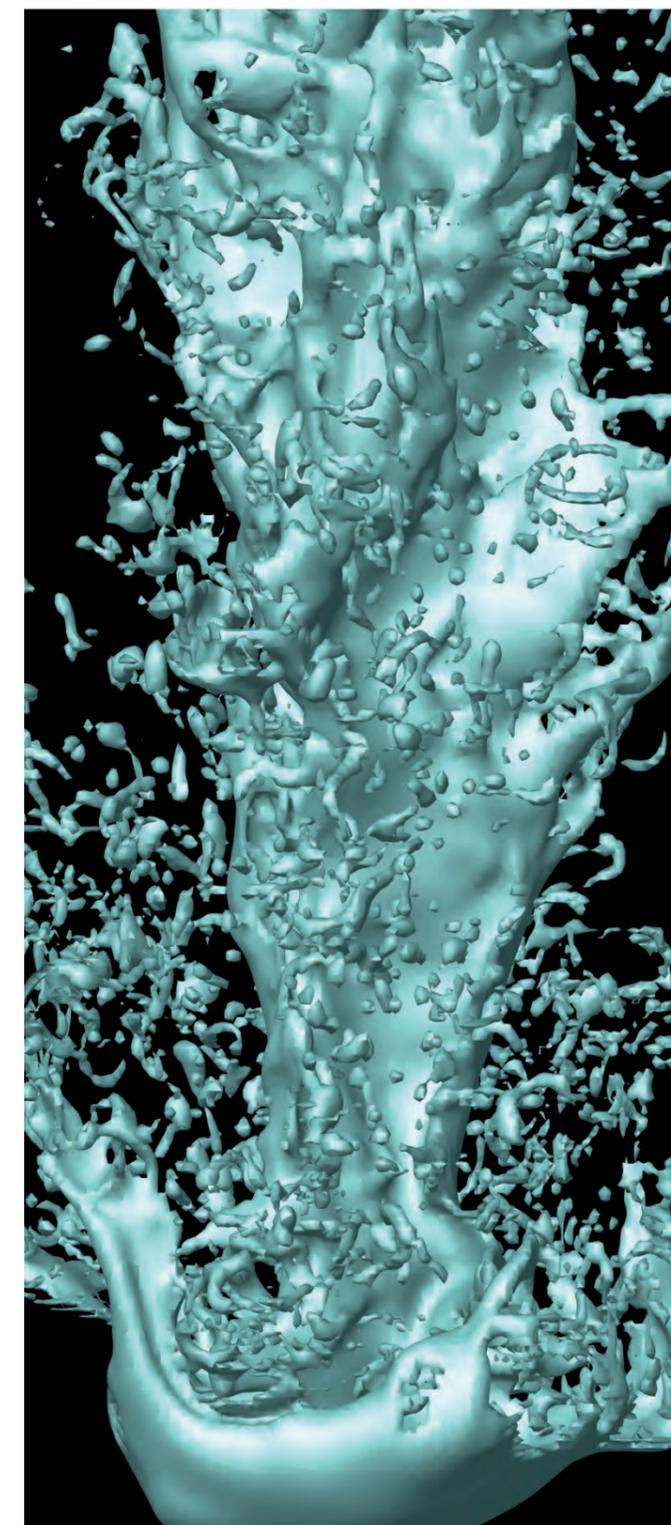
Sélectionnés dans le cadre du programme de prématuration 2021 du CNRS, Hédione développe la synthèse durable d'une molécule essentielle pour la parfumerie et MetalloCapt met au point un procédé de capture et récupération des métaux dans les eaux usées.

Contacts : Caroline Bertagnolli, Loïc Jierry

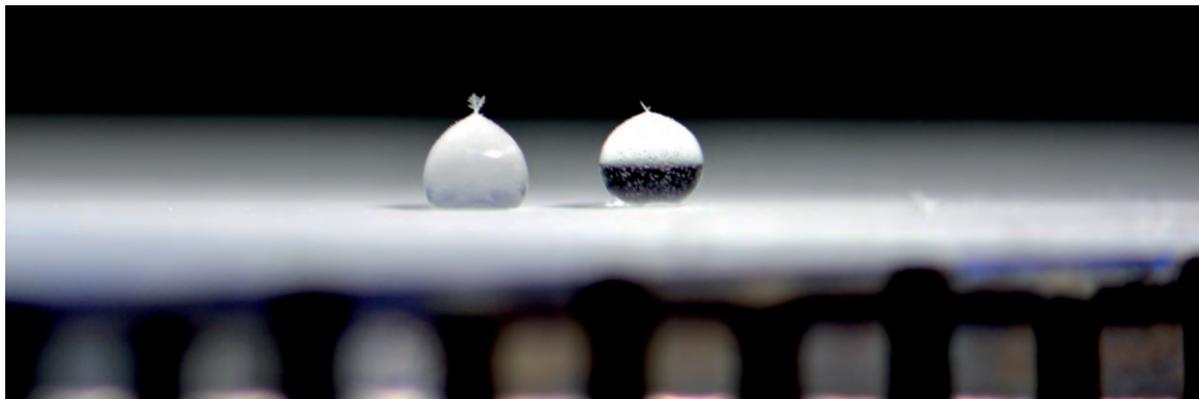
## EUROFINS et le CNRS : une histoire de famille

La sécurité alimentaire, les contrôles sanitaires appliqués à l'environnement et l'excellence d'une biologie médicale sont trois piliers essentiels d'un même enjeu de santé publique. Avec Eurofins Scientific, la France dispose d'un laboratoire leader mondial, né sur les fonts baptismaux de la recherche publique. Eurofins montre la voie à d'autres secteurs industriels et économiques de pointe.

Contacts : Maryvonne et Gérard Martin



© Alain BERLEMONT/Sébastien TANGUY/Thibaut MENART/CNRS Photothèque



© François BOULOGNE/Anniina SALONEN/LPS/CNRS Photothèque

## i-Lab, i-Nov et i-PhD : 69 projets d'innovation issus du CNRS récompensés

De nombreux projets d'innovation issus de laboratoires du CNRS et de ses partenaires ont été récompensés par le Concours d'innovation, avec respectivement 27, 31 et 11 lauréats pour les concours i-PhD, i-Lab et i-Nov.

Organisé par l'État, le Concours d'innovation entend « soutenir et encourager la création et le développement d'entreprises fortement innovantes nées de la recherche de pointe française ». Avec trois volets complémentaires – les concours i-PhD, i-Lab et i-Nov – il propose un continuum de financement pour les créateurs d'entreprises. En 2021, il récompense en tout 243 lauréats.

### i-Lab : le CNRS impliqué dans plus de 40 % des projets lauréats

Initié en 1999, le 23<sup>e</sup> concours d'innovation i-Lab détecte et fait émerger des projets de création d'entreprises s'appuyant sur des technologies innovantes et veut favoriser le transfert des résultats de la recherche, en particulier publique, vers le monde socio économique. En 2021, parmi les 399 candidatures éligibles à ce concours national sélectif (le taux de réussite est de 15 % en moyenne), le jury national a distingué 69 lauréats qui recevront une subvention pouvant atteindre 600 000 €.

### Les 31 projets lauréats du concours i-Lab dans lesquels le CNRS est impliqué :

– Grands prix issus d'une unité mixte de recherche (UMR) dont le CNRS est tutelle ou des travaux d'un chercheur ou d'une chercheuse CNRS en chimie :

- **Blackleaf**, issu de l'Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé (CNRS / Université de Strasbourg), propose de nouvelles solutions de chauffage éco-responsables, efficaces et applicables à une large gamme d'équipements et d'industries stratégiques (énergie, transport et bâtiment) via des revêtements en graphène, dix fois plus conducteur que le silicium et 200 fois plus résistant que l'acier.

– Autres lauréats en lien avec le CNRS et en chimie :

- **Carboneo**, recyclage du CO<sub>2</sub> par électrolyse pour décarboner l'industrie, lutter contre le changement climatique : issu du Laboratoire d'électrochimie moléculaire (CNRS / Université de Paris).

- **EPY-001**, lutter contre l'antibiorésistance : issu du laboratoire recherche translationnelle et innovation en médecine et complexité (TIMC-IMAG, CNRS / Université Grenoble Alpes).

- **La Tannerie Végétale**, une alternative 100 % végétale et recyclable aux cuirs et similis : issu du laboratoire Ingénierie des matériaux polymères (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1 / Insa Lyon).

- **Magdal-CND**, magnétomètres à centres azote-lacune du diamant pour le contrôle non destructif : issu du Laboratoire des sciences des procédés et des matériaux (CNRS) et Laboratoire lumière-matière aux interfaces (CNRS / Université Paris-Saclay / ENS Paris-Saclay).

- **MirSens**, première gamme de produits visant le criblage puis la détection de biomarqueurs miRNA en oncologie : issu du Laboratoire de bioimagerie et pathologies (CNRS / Université de Strasbourg).

- **Roca Therapeutics**, des traitements personnalisés contre le mélanome uvéal métastatique : issu de l'Institut de chimie de Nice (CNRS / Université Côte d'Azur) et de l'Institut de recherche sur le cancer et le vieillissement (CNRS / Inserm / Université Côte d'Azur).

- **Spinal Neurorepair**, « réparer » la moelle épinière après un traumatisme : issu du Laboratoire de chimie de la matière condensée de Paris (CNRS / Sorbonne Université).

- **Squair Tech**, matériaux poreux pour la capture de polluants de l'air : issu de l'Institut des matériaux poreux de Paris (CNRS / ENS-PSL / ESPCI).

- **Ultimetax II**, des antennes compactes, bas coût, haut débit et reconfigurables en temps réel : issu du Laboratoire de physique et d'étude des matériaux (CNRS / Sorbonne Université / ESPCI Paris) et de l'Institut d'électronique, de microélectronique et de nanotechnologie (CNRS / Université polytechnique Hauts-de-France / Université de Lille / Centrale Lille Institut Junia).

### 11 start-up sélectionnées au concours i-Nov vague 6

La vague 6 a sélectionné les projets des start-up suivantes issues de laboratoires du CNRS et de ses partenaires :

- **Ataway** (Jean-Michel Amaré). Projet Mobhyl : Station hydrogène mobile de secours rapidement déployable. Thématique : Hydrogène



© Emma BREMOND/SPCMB/CNRS Photothèque

- **G-Lyte** (Franck Barath). Projet G+Lyte 2.0 : Une nouvelle génération d'électrolytes. Thématique : Réduction de l'empreinte écologique du numérique. Start-up soutenu par CNRS Innovation (programme Rise)

- **Smartcatch** (Aline Cerf). Projet Smart-Detect : Dispositifs nomades microtechnologiques pour isoler les cellules tumorales circulantes au chevet du patient. Thématique : Santé, santé mentale et diagnostics rapides et nomades

### Projets lauréats issus d'un laboratoire dont le CNRS est une tutelle en chimie :

- **Chemres**, porté par Émile Roussel au Département de pharmacochimie moléculaire (CNRS / Université Grenoble Alpes), apporte une solution pour lutter efficacement contre les phénomènes de multi-résistance aux chimiothérapies.

- **Elyris Pharma**, porté par Nassima Bekaddour Benatia au Laboratoire de chimie et biochimie pharmacologiques et toxicologiques (CNRS / Université de Paris), propose une solution pour le traitement des maladies inflammatoires qui touchent plus de 7% de la population mondiale.

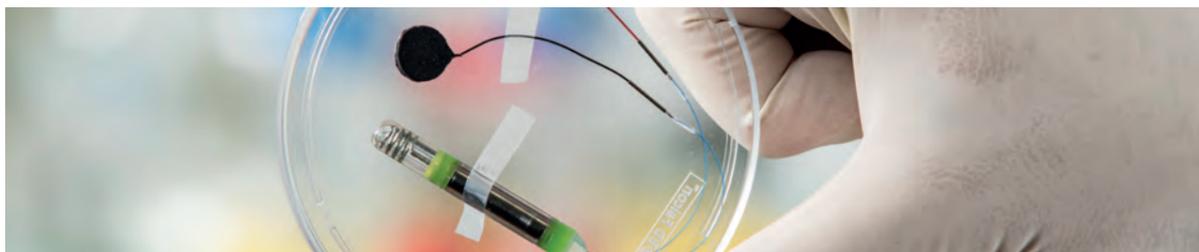
- **Hanabi**, porté par Erwan Gicquel au laboratoire Sciences et ingénierie, matériaux, procédés et Laboratoire de génie des

procédés papetiers (CNRS / Université Grenoble Alpes), propose un nouveau matériau, hybridation entre le papier et la céramique.

- **P-Actif-Bio**, porté par Starlin Peguy Engozogho Anris à l'Institut des sciences analytiques et de physico-chimie pour l'environnement et les matériaux (CNRS / Université de Pau Pays de l'Adour), est un projet de création d'une startup française spécialisée dans l'extraction, la distillation, le sourcing et la commercialisation des principes actifs 100 % naturels, éco-extraits, écoresponsables des arbres médicinaux issus de la forêt du Gabon et entrant dans la fabrication de médicaments.

- **Rheoalloy**, porté par Hajar Mamad au Laboratoire Rhéologie et procédés (Université Grenoble Alpes / CNRS / Grenoble INP), vise à développer de nouveaux matériaux aux propriétés anti-chocs, destinés à la protection des personnes, des animaux et des objets, qui se démarquent par leurs performances accrues et leur durabilité remarquable.

- **Targeted Thrapeutic**, porté par Amit Kumar au Laboratoire de chimie biochimie pharmacologiques et toxicologiques (CNRS / Université Paris Descartes) et soutenu par CNRS Innovation, a mis au point une famille de vésicules nanométriques intelligentes, qui encapsulent des médicaments potentiellement toxiques et les délivrent dans le corps vivant à un endroit précis.



© Hubert RAGUET/TIMC-IMAG/CNRS Photothèque

## LABORATOIRE COMMUN

### Molière invente des matériaux innovants pour l'aéronautique

L'Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg et l'Institut Jean Lamour créent avec Dassault Aviation le laboratoire commun Molière (Matériaux fonctionnels innovants pour l'aéronautique). Son objectif : concevoir de nouveaux matériaux pour les avions de demain dans les domaines de l'acoustique, de l'électromagnétisme et de l'antivivres.

Contact : Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg et Institut Jean Lamour



© Cyril Frésillon/CNRS Photothèque

### Le CNRS dynamise ses relations avec les entreprises

En multipliant les initiatives en direction du monde économique, le CNRS remplit sa mission qui, outre le développement de la connaissance scientifique, est de contribuer à la compétitivité et à la souveraineté technologique des entreprises françaises et européennes. Entretien avec Carole Chrétien, directrice des relations avec les entreprises du CNRS.

### Le CNRS à VivaTech : de la recherche fondamentale à la Deeptech

Pour sa deuxième participation à VivaTech, rendez-vous de la tech mondiale en Europe qui aura lieu du 16 au 19 juin 2021 à Paris, le CNRS présentera un large échantillon de son savoir-faire dans la Deeptech ! Des biotechs aux greentechs, en passant par les technologies quantiques, l'hydrogène ou le sport, les scientifiques et les start-up issues des laboratoires du CNRS et de ses partenaires présenteront les technologies de demain.

Contact : Alexiane Agullo



## BREVET ET LICENCE

### ModLoc localise des molécules en 3D avec une précision nanométrique

Des équipes de l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay et de l'Institut Langevin ont mis au point une technique de microscopie en fluorescence qui atteint une précision nanométrique dans les trois dimensions.

l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay (CNRS / Université Paris Saclay)

Contact : Sandrine Lévêque-Fort, directrice de recherche à l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay

### La recherche française se fédère pour répondre aux défis de l'hydrogène

La Fédération Hydrogène du CNRS, créée le 1<sup>er</sup> janvier 2020 et regroupant plus de 270 chercheurs et 28 laboratoires CNRS, en partenariat avec des universités, organismes de recherche et écoles d'ingénieurs officialise son lancement le 9 mars lors d'un événement digital.



© Jean-Claude MOSCHETTI/IMN/CNRS Photothèque



© Jean-Claude MOSCHETTI/IMN/CNRS Photothèque

Dans le cadre d'un plan de relance ambitieux pour atteindre la neutralité carbone, la France mise sur l'hydrogène décarboné et déploie des moyens conséquents pour le développement de cette filière. La fédération FRH2 regroupe plus de 270 chercheuses et chercheurs de cette thématique qui travaillent dans 28 laboratoires de pointe du CNRS avec leurs partenaires académiques et industriels. Elle positionne le CNRS comme un maillon essentiel

de la R&D pour favoriser des projets innovants multidisciplinaires dont les objectifs principaux sont de lever les verrous scientifiques et proposer des ruptures technologiques.

Contacts : Olivier Joubert, Daniel Hissel

### Une technologie innovante de filtration et de décontamination

En partenariat avec deux laboratoires où collaborent des chercheurs de l'Université de Lille, du CNRS, de l'Inserm et du CHU de Lille, BioSerenity, fabricant de masques pour Santé publique France (SPF), a conçu la technologie CIDLTEX®.

L'exclusivité de la technologie du masque cidaltex® réside dans la combinaison de deux actions : filtration et décontamination. l'action de filtration qui capture les contaminants et l'action d'inactivation des agents pathogènes présents dans les gouttelettes et les particules les plus fines présentes dans les flux de respiration.

Contact : INC

## L'INNOVATION EN 2021

### DISTINCTIONS

#### RS2E récompensé par le Trophée Inpi dans la catégorie recherche

Les Trophées Inpi récompensent chaque année des entreprises et des centres de recherche pour l'exemplarité de leur stratégie de propriété industrielle. L'édition 2020 a distingué les laboratoires du Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie (RS2E) qui développent les batteries du futur.

Contact : Alexiane Agullo

Batteries utilisant des ions-sodium conçues et développées par la start-up Tiamat.



© Fabien CARRÉ/Yann GADAUD/Tiamat/CNRS Photothèque

### START-UP

#### Une nouvelle usine de polymères naturels

La start-up Lactips, issue des travaux du laboratoire Ingénierie des matériaux polymères (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1 / Université Jean Monnet / Insa Lyon), a lancé la construction d'une unité de production de 3 000 tonnes par an de son polymère naturel hydrosoluble. Les granulés produits sont transformables par des procédés de plasturgie déjà existants.



© Lactips

### START-UP

#### Le moulage dynamique repousse les limites de l'impression 3D

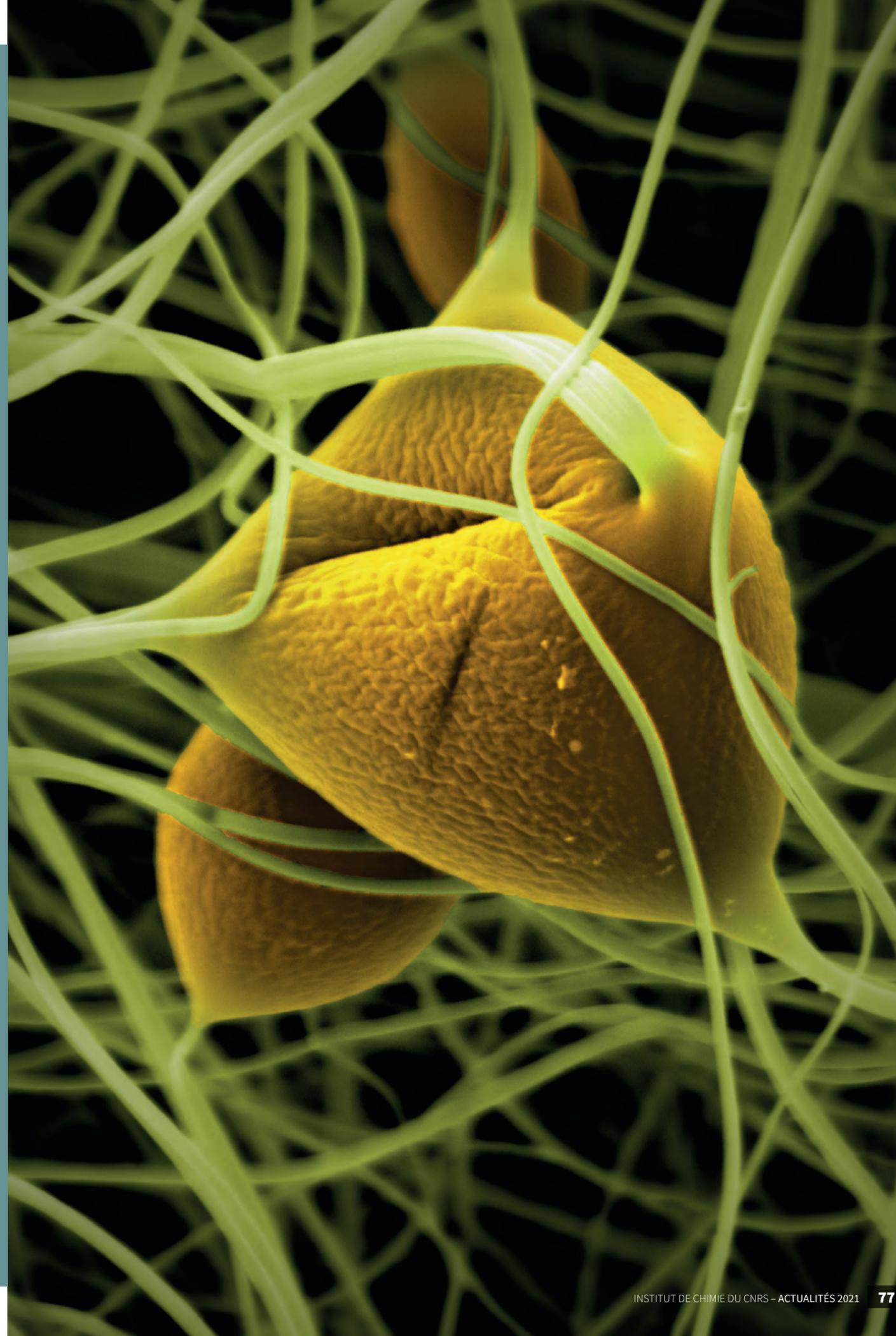
Le procédé de fabrication additive mis au point par l'Institut de chimie et biochimie moléculaires et supramoléculaires (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1 / Insa Lyon / CPE Lyon), en collaboration avec la plateforme 3d.Fab, combine les avantages de l'impression 3D et du moulage par injection. La start-up 3Deus Dynamics propose cette nouvelle solution aux industriels.

Contacts : Julien Barthès, Edwin-Joffrey Courtial, Christophe Marquette



© Éric LE ROUX/Université CB Lyon 1

# EUROPE ET INTERNATIONAL EN 2021



## E2P2L : la chimie durable fête ses 10 ans à Shanghai

Basé à Shanghai et né d'une collaboration entre le CNRS et Solvay, l'*Eco-efficient products & processes laboratory* fête ses dix ans. L'occasion pour son directeur, Stéphane Streiff, de revenir sur les faits d'armes de ce laboratoire commun entre le CNRS et l'industriel Solvay. Il nous présente cette structure spécifique et les travaux de son équipe en chimie durable.

Contact : Stéphane Streiff



© Mathias Guillin



## Les lauréats de l'INC à l'appel ERC 2020

### ERC « Advanced » 2020

Trond SAUE (CNRS) pour le projet *Highly Accurate Molecular Properties using variational Quantum Electrodynamics* – (LCPQ - UMR 5626)

Azzedine BOUSSEKSOU (CNRS) pour le projet *Molecular materials for a new generation of artificial muscles – E-MOTION* (LCC - UPR8241)

Philippe GOLDNER (CNRS) pour le projet *Rare Earth - Diamond Hybrid Materials for Photonics – RareDiamond* (IRCP - UMR8247)

### ERC « Consolidator » 2020

Joseph MORAN (Unistra) pour le projet *On the chemical origins of biological metabolism – MetabolismOrigins* (ISIS - UMR 7006)

Philippe NGHE (ESPCI Paris) pour le projet *Conditions for the emergence of evolution during abiogenesis – AbioEvo* (CBI - UMR 8231)

### ERC « Starting » 2020

Joanna WENCEL-DELDOR (CNRS) pour le projet *From hydrocarbons to original chiral building blocks: new solutions for sustainable & asymmetric CH functionalization of alkanes – AlChIMIE* (UMR7042 – LIMA)

Glenna DRISKO (CNRS) pour le projet *Bottom-up fabrication of nanostructured silicon-based materials with unprecedented optical properties – SCATTER* (ICMCB - UMR5026)

Guillaume GINES (CNRS – INC/INP) pour le projet *Molecular Programming for MicroRNA profiling – MoP-MiP* (GULLIVER - UMR7083)

Allessandro ALLIPRANDI (UNISTRA) pour le projet *BioPoweredCL* (UMR7006 - ISIS)

### ERC « Synergy » 2020

Raphaël LÉVY (Univ. Paris 7) pour le projet *Nano bubbles: how, when and why does science fail to correct itself? – NanoBubbles* (CSPBAT puis LVTS UMR7244)

Patrice SIMON (Univ. Toulouse) pour le projet *Disruptive Modes and Materials of Energy Storage – MoMa-STOR* (CIRIMAT – UMR)

Geoffrey BODENHAUSEN (ENS) pour le projet *Highly Informative Drug Screening by Overcoming NMR Restrictions – HiSCORE* (LBM - UMR7203)

### La Cellule Europe de l'INC

En 2021, la cellule Europe de l'INC a organisé une Action nationale de formation (ANF) en 10 sessions visant d'une part à aider candidates et candidats à rédiger leur projets (ERC Starting, Consolidator et Advanced) et d'autre part à les aider à préparer l'audition à Bruxelles, lorsque la première étape a été passée avec succès.

Au total, 72 candidat-e-s ont bénéficié de ces ANF.

Pour plus de renseignements, contactez la Cellule Europe de l'INC : [inc.europe@cnrs.fr](mailto:inc.europe@cnrs.fr)



© Hubert RAGUET/CEMES/CNRS Photothèque

## Nanocar Race II

La Course internationale de nanovoitures (Nanocar Race) est une compétition scientifique où une dizaine de molécules d'une taille de quelques nanomètres chacune (millardièmes de mètres), conçues dans différents pays, font la course sur une piste de 100 nanomètres.

Contact : Christian Joachim

## EIC Accelerator : cinq lauréats pour le CNRS et ses partenaires

Cinq start-up issues de laboratoires du CNRS et de ses partenaires ont été sélectionnées dans le cadre de l'appel Accelerator de l'*European Innovation Council*. Elles recevront des financements allant de 2 à 10 millions d'euros afin d'assurer leur développement.

Contact : Alexiane Agullo

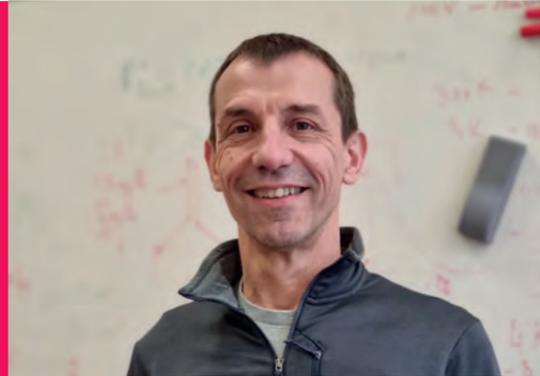


© Frédéric MALIGNE/LCC/CNRS Photothèque

## Business France et le CNRS s'associent pour promouvoir les atouts scientifiques de la France à l'étranger

Forts de leurs complémentarités d'actions et de compétences, mises en œuvre en France et à l'étranger au service des entreprises, Christophe Lecourtier, Directeur général de Business France et Antoine Petit, Président-Directeur général du CNRS ont signé le 13 octobre 2021 une « lettre de collaboration » afin de promouvoir l'attractivité scientifique de la France à l'international concrétisée par la mise en place d'un programme d'actions et d'évènements conjoints sur des secteurs et thématiques de pointe.

Contact : Pascal Breuilles



© Melinda Toen

## Philippe GOLDNER est lauréat des Étoiles de l'Europe 2020

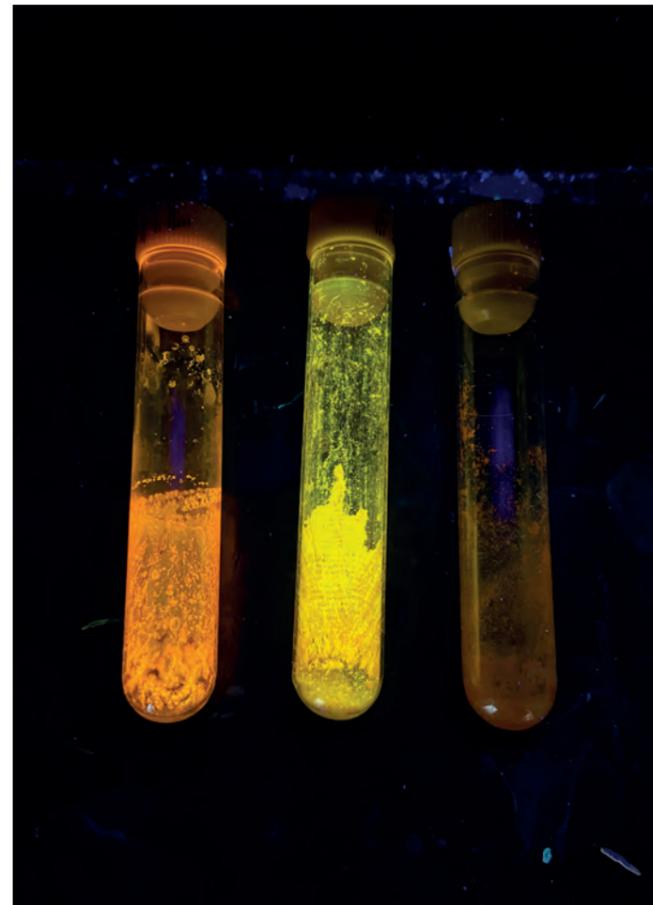
Philippe Goldner est directeur de recherche CNRS et membre de l'Institut de recherche de Chimie Paris (IRCP, CNRS / Chimie ParisTech PSL), où il dirige le groupe « Cristaux et dynamique des systèmes quantiques ». Philippe Goldner obtient sa thèse sous la direction de Fabienne Pelle en 1993 et rejoint le CNRS la même année. Il travaille tout d'abord sur la conception et la spectroscopie de verres dopés par des ions de terres rares pour les communications dans un groupe mixte CNRS-France Telecom dirigé par François Auzel. En 2002, il se déplace à Chimie ParisTech et commence à étudier les propriétés quantiques des terres rares dans des matrices cristallines. Tout d'abord centrée sur les matériaux massifs, cette activité se tourne ensuite vers les nano-structures et d'autres systèmes comme les centres colorés dans le diamant. Les applications visées se situent dans le domaine des communications, du calcul et des capteurs quantiques. Il est co-auteur d'environ 170 articles et a présenté plus de 80 séminaires et conférences invitées. Il a participé à plusieurs projets européens et a en particulier coordonné le projet FET-Open NanOQTech. Philippe Goldner est lauréat des Étoiles de l'Europe 2020.

Contact : Philippe Goldner

## 3 projets lauréats à l'appel ERC « Advanced » 2020, pour l'Institut de Chimie

Le Conseil européen de la recherche (ERC) financera cette année 209 chercheurs et chercheuses reconnus dans leur domaine aux niveaux national et international, grâce aux bourses « Advanced » d'un budget maximum de 2,5 millions d'euros. D'une durée de 5 ans, ces bourses permettent à des scientifiques de mener des projets novateurs à haut risque qui ouvrent de nouvelles voies dans leur discipline ou dans d'autres domaines. Parmi les 14 lauréats du CNRS, nous en avons 3 de l'Institut de chimie.

Contact : inc.europe@cnrs.fr



© Emma BREMOND/SPCMIB/CNRS Photothèque

## Processus pour communiquer sur l'actualité de votre laboratoire



\* Traitement éditorial de l'INC : article dans *En direct des laboratoires* (lettre bimensuelle pour les médias), interview, portraits, brèves, vidéos et relais sur les réseaux sociaux, événements nationaux

\*\* L'INC élabore et propose un argumentaire à la direction de la communication pour un communiqué ou une alerte presse, un article dans *CNRS Le Journal*, *CNRS La lettre innovation*, *CNRS La lettre*, *Carnets de science*, un événement numérique etc...

### Proposer un sujet au pôle communication de l'INC :

- Rédiger un article vulgarisé en français d'une dizaine de lignes contextualisant le projet et ses perspectives
- S'il s'agit d'un résultat de recherche, mentionner la date de parution en ligne et la levée de l'embargo fixée par la revue scientifique dans laquelle il paraît ; envoyer les épreuves de cette publication
- Indiquer la date de l'événement s'il s'agit d'un projet
- Envoyer une illustration avec le nom de l'auteur(e) de l'image et l'autorisation expresse de la personne ayant acquis les droits sur celle-ci (souvent la même) pour son utilisation gratuite sur les supports de communication qui seront choisis
- Envoyer ces éléments à inc.communication@cnrs.fr

## CNRS – INSTITUT DE CHIMIE

[inc.cnrs.fr](http://inc.cnrs.fr)

 [@INC\\_CNRS](https://twitter.com/INC_CNRS)

Photo de couverture : *le songe d'une zéolithe* – Grand prix du jury du concours CNRS

La Preuve par l'image 2021 – © Bertrand REBIERE / Bruno Alonso / ICGM / CNRS Photothèque

Coordination : service communication de l'Institut de chimie

Réalisation et mise en page : Syntexte

Impression : Service de reprographie CNRS – IFSEM (PMA)

**Mai 2022**

