



**2022**  
**UNE ANNÉE**  
**AVEC LE CNRS**  
en Alsace



# SOMMAIRE

**4**

2022  
EN CHIFFRES

**5**

ÉDITO

**6**

TALENTS  
& DISTINCTIONS

**7**

TEMPS FORTS



**8**

LA SCIENCE

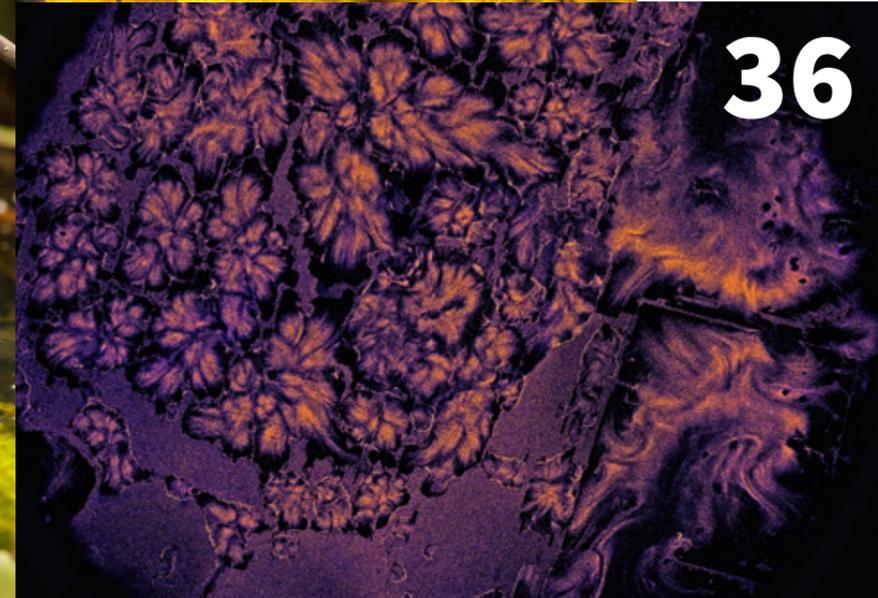


**30**

LA MÉDIATION

**34**

L'INTERNATIONAL



**36**

L'INNOVATION

**40**

LES RESSOURCES

# 2022 EN CHIFFRES

## RESSOURCES

**206 M€** de budget, dont  
**36 M€**  
financés sur ressources propres

**1 723** personnels, dont

**627** chercheurs

**889** ingénieurs et techniciens

**207** doctorants

**42** unités de recherche  
et de service

85 % des unités sont mixtes avec des partenaires (Université de Strasbourg, Université de Haute-Alsace, Inserm, Institut franco-allemand de Saint-Louis, Institut national des sciences appliquées de Strasbourg).

## IMPLANTATION

**96 500 m<sup>2</sup>**

de parc immobilier géré par le CNRS,  
réparti sur 3 sites

## VALORISATION

**760** contrats signés  
pour un montant de

**45,4 M€** en gestion CNRS

## BREVETS

**51** déclarations d'intention

**54** dépôts d'actifs de propriété  
intellectuelle dont  
**23** brevets prioritaires,  
**11** logiciels ou bases de données,  
**4** savoir-faire

## START-UP

**66** start-up créées depuis 1999  
dont **1** en 2022



**Géraud Delorme**

Délégué régional  
en Alsace

© CNRSImages - Cyril Fresillon

## ÉDITO

En 2022, comme les années précédentes, les femmes et les hommes du CNRS en Alsace ont produit avec leurs partenaires la meilleure science au service de la société. De l'étude des particules élémentaires aux codes fondamentaux de notre monde, ces pages montrent quelques-unes de leurs avancées mais elles ne peuvent rendre compte de tout leur travail.

Dans un contexte de grands bouleversements environnementaux et politiques avec cette année si meurtrière en Europe, les découvertes issues de leur travail offriront à chacun, citoyens et décideurs, des clés de compréhension du monde et un espoir d'amélioration.

La production des connaissances est une activité singulière : elle impose aux scientifiques comme à toute la société une même responsabilité dans l'usage des découvertes permises par la liberté et l'indépendance de la recherche publique.

En s'appuyant sur une science indépendante, orientée vers les nouveaux défis, menée au sein de structures de recherche vives et performantes et en faisant confiance aux efforts croissants de simplification du CNRS, les entreprises, les décideurs privés et publics du territoire tireront le meilleur de ces connaissances, en responsabilité.

L'innovation, notamment portée par le plan de relance France 2030, par les aspirations du monde économique et par les besoins de transformation de la société, est aussi une belle valeur d'ouverture du CNRS.

Les scientifiques des laboratoires de recherche d'Alsace écrivent localement le monde de demain. Ne méritent-ils pas qu'on s'arrête un instant sur leur travail exigeant, émouvant souvent, toujours inspirant ?

Ce rapport d'activité est l'occasion de partager avec vous le résultat de quelques-unes de leurs nuits qui furent blanches en 2022 et le seront encore les années suivantes.

Je vous en souhaite bonne lecture !

# TALENTS & DISTINCTIONS



© CNRS Images F. Plas

## DENIS SPITZER

### Médaille de l'innovation du CNRS

Aujourd'hui, 90 % des médicaments, dont près de 40 % des médicaments anticancéreux, se dissolvent de manière non satisfaisante, ce qui gêne leur absorption et impose des doses élevées. Face à ce défi, Denis Spitzer a inventé au laboratoire Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes, deux procédés qui facilitent l'étude, la formulation et la production de particules d'une taille en-dessous du micron, qu'aucun autre procédé n'atteint. Pour la première fois, ils permettent d'élaborer en continu et en quantités industrielles des composés pharmaceutiques, cosmétiques, agroalimentaires ou pour la transition énergétique (batteries, cellules solaires, etc.). Très polyvalents, ces procédés économiques, sûrs et à impact environnemental restreint font l'objet de 18 brevets, dont six internationaux, et de nombreux partenariats.

Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes



© C. Halter, M. Brouty

## CENTRE DE DONNÉES ASTRONOMIQUES DE STRASBOURG - ÉQUIPE DE CURATION DE DONNÉES

### Cristal collectif du CNRS

Le Centre de données astronomiques de Strasbourg (CDS) a fêté ses 50 ans en 2022. Grâce à l'expertise de son équipe de curation de données, le CDS est aujourd'hui une infrastructure de recherche incontournable en France et dans le monde. Intégré à l'Observatoire astronomique de Strasbourg, le CDS collecte et distribue des données astronomiques à l'ensemble de la communauté scientifique. Il s'est également ouvert aux communautés plus larges de l'éducation et de la médiation. Au cœur de cette infrastructure de recherche, l'équipe de curation de données

assure le traitement des données astronomiques, depuis leur sélection jusqu'à leur intégration dans les services du CDS comme Simbad, la base de données pour l'identification et la bibliographie des objets astronomiques, VizieR, le service de référence pour les catalogues astronomiques et Aladin, l'atlas interactif du ciel.

Observatoire astronomique de Strasbourg



© CNRS BETA

## KENE BOUN MY

### Cristal du CNRS

Ingénieur logiciel et économiste de formation, Kene Boun My est le concepteur et le développeur de l'une des toutes premières plateformes d'économie expérimentale en France, le Laboratoire d'économie expérimentale de Strasbourg (LEES), qu'il pilote depuis sa création en 1997, au sein du Bureau d'économie théorique et appliquée (BETA). Cette plateforme de services à la recherche, plébiscitée par de nombreux chercheurs et chercheuses en économie pour leurs études expérimentales, participe activement à une meilleure compréhension des comportements humains, individuels et collectifs, qui sont au cœur des recherches sur la société en sciences humaines et sociales. Depuis 2011, il développe une interface web innovante destinée à la recherche et à l'enseignement, EconPlay désormais au cœur du LEES. Co-auteur d'une trentaine de documents de travail et publications parus dans des revues internationales à comité de lecture, ses activités sortent aussi du laboratoire : il mène ainsi de nombreuses expériences de terrain ou en ligne avec des publics aussi variés que des agriculteurs, créateurs de start-up, managers, ou même des cultivateurs de la tribu Hmong dans les régions montagneuses du Vietnam.

Bureau d'économie théorique et appliquée

## TEMPS FORTS

### Sous l'œil du LinCS

Le Laboratoire interdisciplinaire en études culturelles (LinCS), issu d'une refonte complète de l'unité Dynamiques européennes (DynamE), positionne sa nouvelle approche en référence aux Cultural Studies, à la croisée de l'anthropologie, de la sociologie et de l'histoire contemporaine. Un prisme que son directeur, Jérôme Beauchez, résume en trois verbes : incarner [se situer au plus près des existences observées], altérer [concevoir l'Autre différemment selon les sociétés et les cultures] et dévier [par rapport aux normes socialement ou légalement instituées]. C'est aussi un retour aux sources rhénanes, si l'on veut bien se rappeler que Georg Simmel ou Max Weber, deux pionniers des sciences sociales, ont enseigné l'un à Strasbourg et l'autre à Heidelberg.

### Prix Kavli de l'Académie norvégienne des sciences et des lettres | Neurosciences

- Jean-Louis Mandel | IGBMC

### Grand prix scientifique franco-taiwanais de l'Académie des sciences et du Conseil national de la science et la technologie de Taïwan

- Olivier Soppera | IS2M

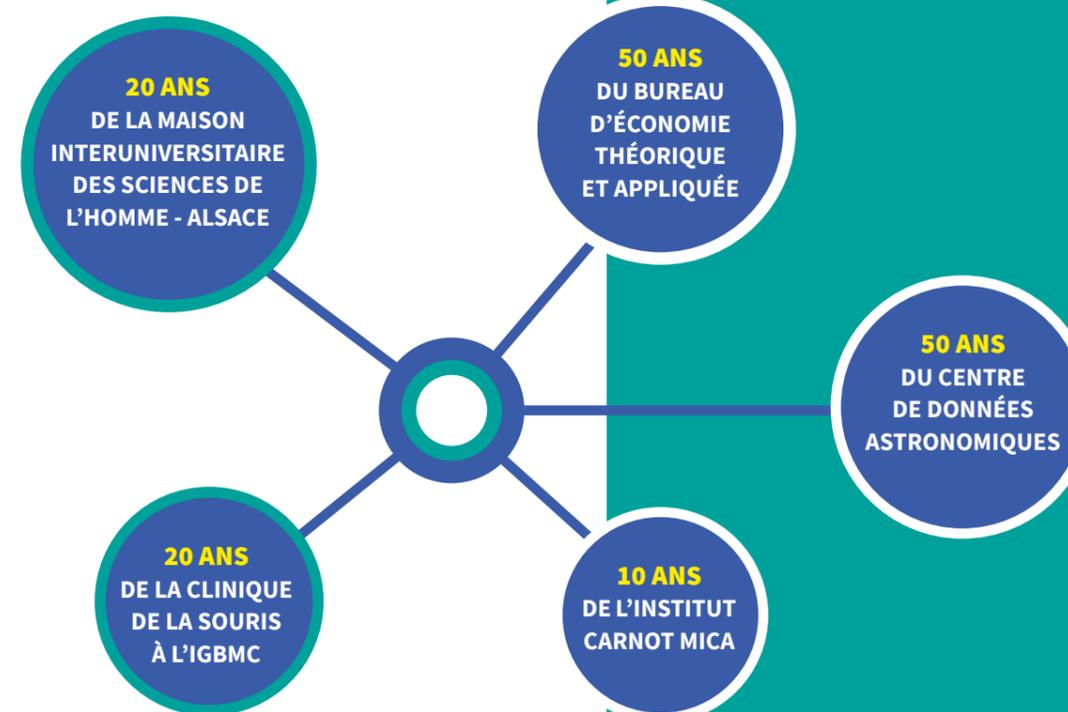
### Prix Claude Paoletti de l'Institut des sciences biologiques du CNRS

- Clément Charenton | IGBMC

### Prix Guy Ourisson attribué par le Cercle Gutenberg Alsace

- Vincent Bizet | LIMA
- Jérôme Hergueux | BETA
- David Lalaouna | ARN
- Sylvain Perrot | ARCHIMÈDE et directeur-adjoint de la MISHA
- Gilles Rixhon | LIVE
- Marianna Scarfone | SAGE

## CINQ ANNIVERSAIRES



# LA SCIENCE EN 2022

Les recherches fondamentales menées au CNRS ont pour vocation de repousser les limites de la connaissance. La relative imprédictibilité des avancées de rupture rend indispensable le développement d'un large socle de connaissances, tout en privilégiant des thématiques prioritaires en sociétés, planète et univers, vivant, matière, ingénierie, numérique, onde et particules.

*Emys orbicularis* équipée d'un GPS pour enregistrer ses sites de ponte et modes de dispersion. Lancé en avril 2022, le projet européen EMYS-R mène l'évaluation socio-écologique de la restauration de zones humides en faveur de la réinstallation de la cistude d'Europe, en déclin en raison, entre autres, de la destruction de son habitat.

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien | Porteur du projet EMYS-R  
© N. Busser



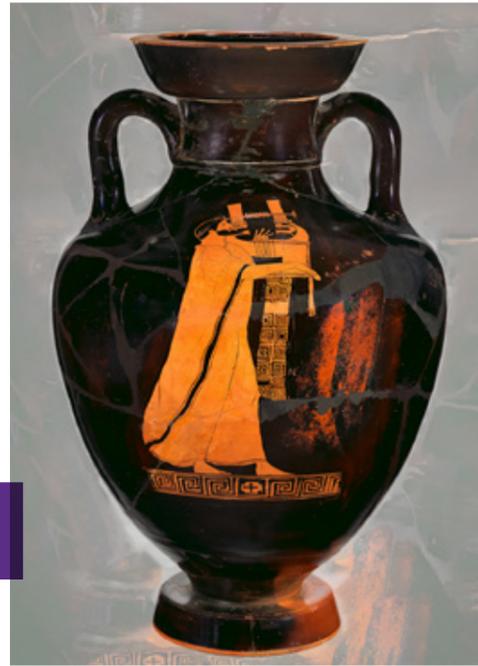
## SOCIÉTÉ

### À l'écoute des Anciens

La perception des sons s'inscrit dans une construction culturelle, à tel point que la définition même de la cacophonie et de la musique, du bruit et du silence, change en fonction des époques et des lieux. L'ouvrage analyse divers contextes pour décrypter ce que l'ouïe des Anciens avait de différent et à quelles sonorités les personnes étaient particulièrement sensibles selon qu'elles vivaient en Égypte, en Orient, dans un environnement grec ou romain. L'étude sémantique du vocabulaire sonore révèle la complexité des valeurs sociales, politiques et religieuses dont sont porteurs les sons.

De la cacophonie à la musique. La perception du son dans les sociétés antiques, par Sibylle Emerit, Sylvain Perrot, Alexandre Vincent, IFAO, décembre 2022  
Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée - Europe

Joueur de cithare, amphore attique à figures rouges.  
© New York, Metropolitan Museum of Art 20.245, Public Domain.



### En recherche aussi, les biais liés au genre persistent...

Résultat sans appel d'une étude portant sur l'ensemble des étapes d'attribution de subventions de recherche : les projets venant de consortiums comptant une proportion plus importante de femmes responsables (ou PI pour *Principal Investigators*, selon la terminologie internationale) ont une probabilité plus faible d'être retenus que leurs équivalents masculins. Les auteurs mettent notamment en évidence un biais implicite. De façon troublante, les termes positifs des rapports d'évaluation écrits divergent des notes finalement attribuées. Ainsi, les évaluateurs ne perçoivent pas les femmes scientifiques comme moins compétentes, mais ils sont négativement sensibles à un taux élevé de femmes au sein d'un consortium, lorsqu'ils notent le projet de recherche proposé !

*Humanities and Social Sciences Communications* | juin 2022  
Bureau d'économie théorique et appliquée

### Les sauvages de la civilisation



« C'est la zone ! » Voilà ce que l'on dit en français courant d'un endroit dont on veut souligner la marginalité ou le dénuement. Ce livre revient à la source de cette expression. C'est au XIX<sup>e</sup> siècle que la *Zone* a pris forme, écrite avec une majuscule car elle a d'abord été le nom d'un territoire ceinturant les fortifications de Paris, bande de terre initialement réservée aux manœuvres militaires.

Au tournant du XX<sup>e</sup> siècle, la *Zone* réunissait tout un lumpenprolétariat, les plus pauvres d'entre les ouvrières et les ouvriers exclus du centre bourgeois comme de la banlieue. Ce peuple des marges agrégeait toutes sortes de « sauvages de la civilisation », comme les appelaient alors les chroniqueurs de l'époque — journalistes, nouvellistes ou chansonniers — leur attribuant dangerosité et violence, souvent pour mieux cacher celle qu'on leur faisait.

*Les sauvages de la civilisation : une archéographie de la zone*, Jérôme Beauchez, Amsterdam, 2022  
Laboratoire interdisciplinaire en études culturelles

## SOCIÉTÉ

### L'Ouvroir, pôle de soutien à l'édition de revues scientifiques

Le pôle Ouvroir (Outil pour la valorisation, la réflexion, l'organisation et l'invention au service des revues) soutient les revues en sciences humaines et sociales et les accompagne vers l'édition en accès ouvert. L'offre se décline en trois axes : la formation pour une professionnalisation de la chaîne éditoriale ; le conseil aux équipes ; l'hébergement gratuit des revues avant leur migration vers la plateforme de revues en SHS, OpenEdition Journals.

Maison interuniversitaire des sciences de l'Homme - Alsace

### Objets phalliques : gare aux raccourcis !

Dessin, sculpture, texte : l'histoire antique du bassin méditerranéen — Égypte, Grèce, Asie mineure, Orient et Rome — regorge de représentations de phallus. Jugées obscènes par les autorités, elles ont parfois été censurées ou encore considérées avec peu d'intérêt par les savants. Or ces multiples représentations du phallus permettent de mieux comprendre les sociétés antiques. Elles apparaissent aussi bien dans les pratiques funéraires et mortuaires que dans les rituels de divination, de procréation et de fertilité, de guérison et de médecine, révélant une dualité vie-mort, création-destruction, santé-maladie, prospérité-malheur. En suscitant le rire, elles détournent le mauvais œil. Le phallus a plus d'une signification.

Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée - Europe



Archimède hors-série n°2, *Le phallus dans l'antiquité. Imaginaires, pratiques et discours, représentations.*  
Revue dirigée par Sandra Boehringer.



Une REVUE SCIENTIFIQUE est une publication périodique qui regroupe des articles scientifiques écrits par des chercheurs et sélectionnés par un comité de rédaction après avoir été évalués. Les articles relatent leurs derniers résultats de recherche ou proposent une synthèse sur une thématique donnée. Spécialisée par domaine et de périodicité variable, chaque revue contribue à la diffusion des connaissances et des avancées scientifiques de son champ.

Ces résultats — un bien commun — doivent être rendus accessibles à tous les scientifiques à travers le monde. La politique de *Science ouverte* répond à cette stratégie de diffusion sans entrave des publications.

© L'Ouvroir, MISHA

### Enquêter sur les rapports politiques ordinaires à l'Europe



L'ouvrage propose d'enrichir la méthodologie traditionnelle de la branche qui en sociologie politique, étudie les rapports des citoyens à l'Europe politique, sans pour autant faire une analyse de l'opinion publique sur l'Europe. L'auteure préconise notamment que les rapports à l'Europe des citoyens ordinaires soient

analysés à l'aune de leurs existences sociales, en faisant de leur entourage des clés de lecture, ainsi qu'à l'aune de leur propre rapport au politique.

*Faire parler d'Europe, voies et formats des rapports institués au politique*, Marine Lassalle  
Presses universitaires de Rennes, 2022  
Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe

## SOCIÉTÉ

### Plus vite que le cœur d'un mortel

Ce titre surprenant fait référence à un vers de Charles Baudelaire, écrit du temps du baron Haussmann : « Le vieux Paris n'est plus [la forme d'une ville] change plus vite, hélas ! que le cœur d'un mortel ». Même pincement au cœur à Cleveland (Ohio, États-Unis), où les sociologues donnent la parole aux habitants confrontés au déclin urbain extrême, dix ans après le crash déclenché par l'effondrement des *subprimes*. La ville, ségréguée, paupérisée et vidée, est passée du statut de métropole florissante à celui de cauchemar. Dans ce paysage dystopique, où les quartiers noirs sont démolis et rendus à la nature, une vision alternative émerge pourtant, celle d'un futur agricole et coopératif.

*Plus vite que le cœur d'un mortel. Désurbanisation et résistances dans l'Amérique abandonnée.*

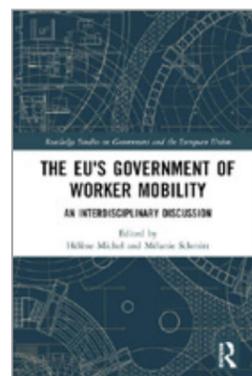
Vincent Beal, Max Rousseau, Grevis, 2022.  
Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe



À Cleveland, des hommes et des femmes, noirs en majorité, vivent dans des territoires abandonnés où la végétation a repris ses droits. Maîtrisée en agriculture urbaine, elle pourrait être le levier d'un renouveau.

© L. Hamel

### La mobilité européenne des travailleurs en question(s)



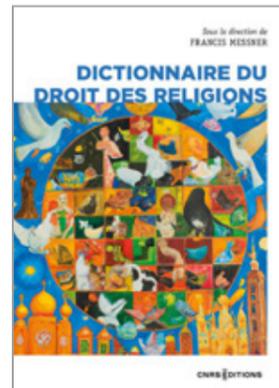
*Sujet sensible s'il en est, la mobilité des travailleurs au sein de l'Union européenne se heurte à des écarts de salaires, de prestations sociales mais aussi de statuts ; un travailleur migrant a ainsi des droits identiques aux nationaux que n'a pas un travailleur détaché. Dans un ouvrage collectif, la mobilité du travail est étudiée au*

*travers des différentes politiques et réglementations émanant de l'UE et dans les instruments mis en œuvre — Agence européenne du travail, règles de coordination, portail européen sur la mobilité de l'emploi (EURES) — pour accroître et soutenir cette mobilité. L'approche interdisciplinaire met en lumière la complexité de la mobilité des travailleurs dans l'espace européen, à la fois solution économique, problème juridique et enjeu politique.*

*The EU's Government of Worker Mobility - An Interdisciplinary Discussion*

Hélène Michel, Mélanie Schmitt, Éditions Routledge  
Droit, religion, entreprise et société

### Droit des religions



*Abattage rituel, financement des cultes, funérailles et inhumations, jours fériés, laïcité, prescriptions alimentaires et vestimentaires, statut des cultes, place des femmes dans les organisations religieuses... De l'Europe à l'Asie en*

*passant par le continent américain, l'Afrique et l'Océanie, ce dictionnaire du droit des religions propose un panorama complet de la gestion du fait religieux par les pouvoirs publics. Il a également pour ambition de présenter les relations tissées, au cours des siècles, entre droits confessionnels propres à chaque religion, droits nationaux et droit international.*

*Dictionnaire du droit des religions, Francis Messner, CNRS Éditions, 2022.*

Deuxième édition, entièrement revue et actualisée, d'un ouvrage paru en 2011.

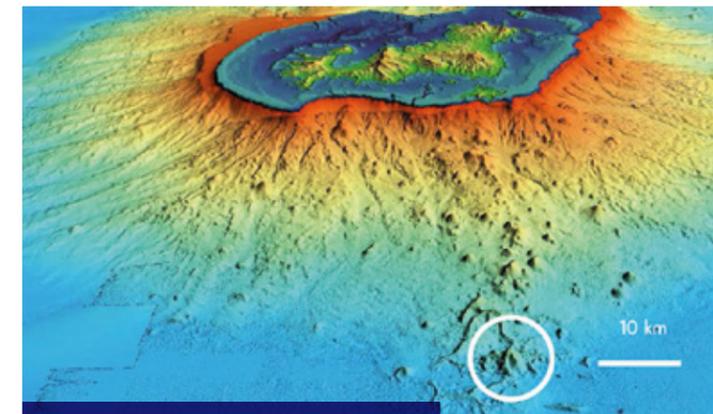
Droit, religion, entreprise et société

## PLANÈTE

### Fani Maoré, volcan sous-marin né sous les pieds des Mahorais

C'est une revue entière que les scientifiques consacrent à l'éruption sous-marine apparue à 50 km au large de Mayotte en 2018. Le volcan Fani Maoré a défrayé la chronique dès les premiers signes de sa naissance — la zone étant alors perçue comme à risque sismique modéré et à faible probabilité de volcanisme. Des séismes de magnitude 5 s'enchaînent avant d'établir qu'ils sont d'origine volcanique et que l'enfant terrible, déjà haut de 800 mètres, ne soit détecté à 3 500 mètres de profondeur. Les scientifiques se mobilisent massivement, déploient leurs instruments et redécouvrent Mayotte et l'archipel des Comores. Les contributions à la revue sont pluridisciplinaires, le volcan ayant laissé son empreinte jusque dans les langues Shimaoré et Kibushi parlées sur place !

*Comptes rendus Géoscience, tome 354, n° S2, 2022*  
Institut Terre et environnement de Strasbourg



En mai 2019, les relevés de la campagne scientifique Mayobs révélèrent que le volcan était haut d'un peu plus de 800 mètres et présentait une activité intense à 3 500 mètres de profondeur. On le voit ici entouré d'un cercle blanc sur la ride volcanique est.

© MAYOBS - IPGP/CNRS/Ifremer/BRGM

### La gravimétrie pour suivre la dynamique des stocks d'eau en montagne

Les réserves naturelles d'eau des aquifères de montagne sont sensibles aux variations de température ou de précipitation en lien avec le changement climatique. L'estimation du stock d'eau reste difficile à suivre par mesures directes (hauteur de nappes, de puits). Aussi les scientifiques ont recours à la gravimétrie, mesure du champ de pesanteur terrestre, qui permet également de quantifier (« peser ») l'eau souterraine présente. Dans les Vosges, cette technique a été appliquée sur le bassin versant du Strengbach (Observatoire Hydro-Géochimique de l'Environnement). Les mesures mettent en évidence une zone de stockage préférentielle avec des variations saisonnières de forte amplitude. Les autres zones présentent des dynamiques plus complexes.

*Frontiers in Water* | janvier 2022  
École et observatoire des sciences de la Terre  
Institut Terre et environnement de Strasbourg



Le dispositif gravimétrique installé sur le bassin versant du Strengbach est hybride : il comprend les mesures d'un microgravimètre, déplacé sur seize stations, rattachées à la mesure continue d'un gravimètre supraconducteur de référence.

© Q. Chaffaut

*Huitième découverte majeure en 2022 élargissant les connaissances sur l'évolution humaine, selon les paléontologues de la prestigieuse Smithsonian Institution aux États-Unis.*



*Une molaire, découverte au Laos, a été identifiée comme appartenant à un Dénisovien (- 160 000 à -130 000 ans avant notre ère), faisant d'elle le premier fossile de ce groupe humain disparu en Asie du Sud-Est, après l'avoir été en Sibérie et au Tibet.*

*Les scientifiques strasbourgeois, associés depuis 2013 aux campagnes de terrain, apportent leur expertise en géologie des karsts et en datation.*

*Nature Communications* | mai 2022  
Laboratoire image, ville, environnement  
Institut Terre et environnement de Strasbourg

### Fessenheim, ère post nucléaire ?

Dans le Haut-Rhin, la centrale nucléaire de Fessenheim est mise à l'arrêt en 2020, après 43 ans d'exploitation. Les autorités souhaitent alors faire de ce territoire une région pilote : innovante, neutre en émission carbone, dotée d'énergies et de mobilité durables. Une collaboration franco-allemande a restitué une étude de faisabilité pour trois domaines économiquement porteurs et interconnectés : batteries vertes dans une économie circulaire, hydrogène vert et *smart grids* (réseaux intelligents). Parallèlement, une étude transversale, s'appuyant sur le dispositif de recherche de l'Observatoire Hommes-Milieus de Fessenheim, évalua l'acceptabilité de ces technologies par la société, leur impact environnemental ainsi que leur faisabilité.

Laboratoire image, ville, environnement

### Métallicité des étoiles

Le Soleil est composé à 98,5 % d'éléments atomiques légers, l'hydrogène et l'hélium, et à 1,5 % d'autres éléments plus lourds tels que le carbone, l'oxygène, le fer... Cette part d'atomes lourds appelée « métallicité » de l'étoile varie d'une étoile à l'autre. Il s'avère que notre galaxie abrite un groupe d'étoiles à la métallicité extrêmement faible : celles-ci présentent des taux en éléments lourds 2 500 fois plus faibles que ceux trouvés dans le Soleil et bien inférieurs à ceux mesurés dans toutes les autres structures stellaires de l'univers.

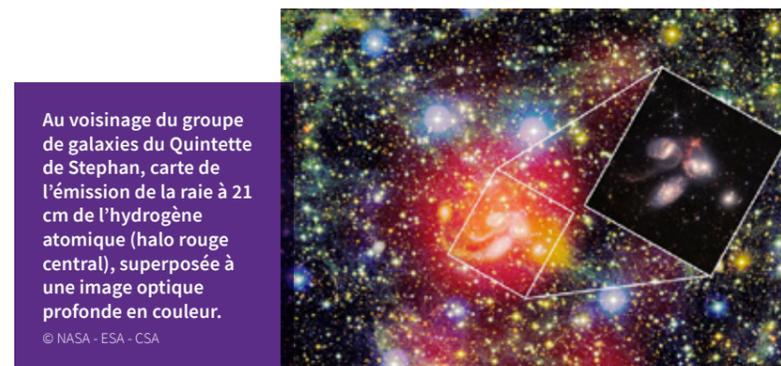
Nature | janvier 2022  
Observatoire astronomique de Strasbourg



### Mégastructure de gaz atomique

Le milieu interstellaire — la matière qui remplit l'espace entre les étoiles d'une galaxie — est composé d'un mélange de poussières et de gaz, notamment l'hydrogène atomique, constituant principal de l'univers. Disposer d'observations permettant de détecter ce gaz atomique, dans et autour des galaxies, est crucial pour affiner les modèles de formation et d'évolution des galaxies. Pour explorer ce gaz, la méthode la plus directe consiste en la mesure dans le domaine des ondes radio de l'émission spectrale de « la raie à 21 cm » de l'hydrogène. Une équipe internationale a utilisé le radiotélescope chinois FAST et effectué une cartographie profonde de la région entourant le « quintette de Stephan », un groupe compact de galaxies. Les scientifiques ont découvert que le gaz atomique s'étendait sur 2 millions d'années-lumière soit 20 fois la taille de la Voie lactée. C'est la plus grande structure de gaz atomique jamais découverte autour de galaxies.

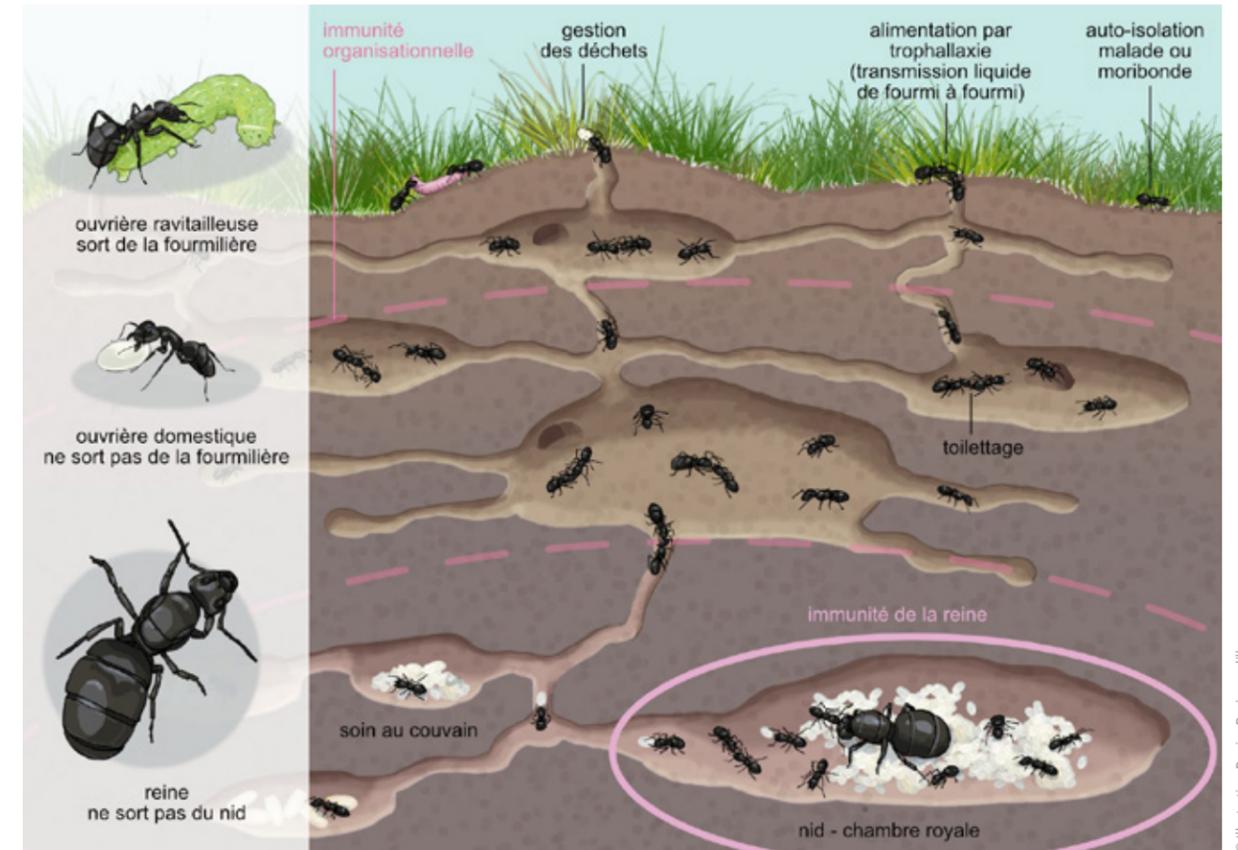
Nature | octobre 2022  
Observatoire astronomique de Strasbourg



### Mimer les réactions au cœur des étoiles

L'intérieur des étoiles est le théâtre d'une multitude de réactions nucléaires. Phases de fusion et de contraction se succèdent dans des conditions dantesques pour produire les éléments chimiques, composants de la matière. Une équipe de physiciens nucléaires s'intéresse à la liaison carbone-carbone (12C-12C). Deux noyaux de carbone qui fusionnent engendrent un noyau de magnésium (24Mg). Grâce à un protocole expérimental inédit et audacieux reproduisant les conditions internes de l'étoile, ils ont montré que la réaction de fusion C-C en magnésium peut avoir une probabilité de se produire plus forte qu'attendue. Cela renouvelle notre compréhension de l'évolution stellaire.

Physical Review Letters | septembre 2022  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
iThemba LABS, Afrique du Sud



### De la caste aux molécules

Que l'on soit abeille, singe, écureuil ou humain, l'organisation sociale est un facteur attesté du vieillissement. On meurt plus tôt quand le contexte social est défavorable (forte compétition, perte de la mère), on vit plus longtemps quand on a des interactions positives. Les chercheurs ont voulu savoir si cela se traduit à l'échelle moléculaire. Dans les trois groupes sociaux de la fourmi noire des jardins — reine, ouvrière bâtisseuse du nid et ouvrière ravitailleuse — ils ont analysé l'ensemble des métabolites, molécules issues des réactions chimiques en cours au sein de l'organisme. Elles renseignent sur l'immunité, la détoxification, la digestion et l'activité énergétique de la cellule. Trois profils moléculaires se sont révélés. La reine, par exemple, limite les molécules de son système immunitaire par une organisation sociale qui l'isole de tout contact extérieur et vit 10 fois plus longtemps que les ouvrières.

Cellular and Molecular Life Sciences | décembre 2021  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Institut de biologie moléculaire des plantes

1 991 MÉTABOLITES IDENTIFIÉS RÉVÉLANT 3 PROFILS MOLÉCULAIRES PROPRES AUX 3 RÔLES SOCIAUX DES FOURMIS NOIRES DES JARDINS

### Une preuve de concept préclinique de thérapie génique pour le syndrome de l'X fragile

Le syndrome de l'X fragile représente la première cause de déficience intellectuelle familiale (environ un homme sur 4 000 et une femme sur 8 000) pour laquelle aucun traitement n'existe actuellement. Les scientifiques ont mis en évidence que l'enzyme Diacylglycerol kinase kappa (DGKk) est déficiente dans cette pathologie et que la réexpression de l'enzyme chez des souris modèles de la maladie, corrige à long terme leurs perturbations moléculaires et leurs troubles comportementaux. Ces résultats soutiennent un rôle important du dysfonctionnement de l'enzyme DGKk dans cette pathologie.

EMBO Molecular Medicine | avril 2022  
Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

## VIVANT

### Femmes et hommes inégaux face aux traitements de la douleur



La douleur chronique touche plus les femmes (35 %) que les hommes (28 %) et celles-ci utilisent plus d'analgésiques opioïdes faibles (58 %). Les causes de ces différences sont peu connues. Les chercheurs ont étudié la réponse à la morphine utilisée depuis l'Antiquité pour soulager la douleur. Ils montrent, chez les souris, un dimorphisme sexuel de la réponse analgésique et du métabolisme de la morphine dans des régions cérébrales clés du traitement de la douleur. De plus, il s'avère que les femmes deviennent deux fois plus vite tolérantes à l'analgésie. Un métabolisme de la morphine plus important chez les femmes expliquerait pourquoi la morphine est moins analgésique. Ces résultats pointent l'importance de considérer le sexe comme une variable biologique dans le traitement clinique de la douleur.

British Journal of Pharmacology | février 2022  
Institut des neurosciences cellulaires et intégratives

### Nos adaptations motrices sont stockées dans le cervelet

Adapter nos mouvements pendant notre développement, suite à des blessures ou des entraînements intensifs, est possible grâce au traitement et au stockage des informations sensorielles, proprioceptives et motrices par le cortex cérébelleux. En cartographiant les connexions synaptiques dans le cervelet de souris entraînées ou lésées, les scientifiques ont découvert que ces adaptations sensorimotrices sont encodées dans les synapses du cortex cérébelleux de façon spécifique à chaque individu.

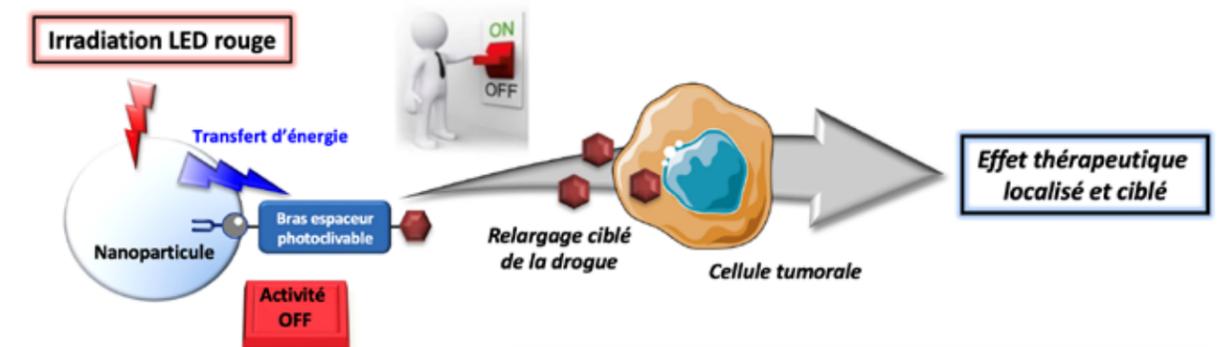
Nature Communications | janvier 2022  
Institut des neurosciences cellulaires et intégratives  
Institut de neurosciences des systèmes

## VIVANT

### Des nanoparticules libèrent sur demande une drogue anti-tumorale sous l'effet de LED rouges

Dans le domaine de la médecine personnalisée, le développement d'outils moléculaires capables d'actions thérapeutiques contrôlées dans le temps et l'espace est un enjeu majeur. Ainsi dans le cas de cancer, le ciblage des tumeurs se doit d'être le plus précis et spécifique possible pour limiter la toxicité du traitement. La technique couramment utilisée est celle de la thérapie photodynamique. Elle consiste à utiliser un stimulus lumineux pour délivrer des substances toxiques dans les tissus cancéreux. Une nouvelle méthode a été mise au point et appliquée avec succès *in vivo*. Elle implique des nanoparticules lipidiques conçues pour transporter et libérer de manière ciblée n'importe quel principe actif grâce à l'activation d'une simple lumière LED rouge.

Advanced HealthCare Materials | juin 2022  
Laboratoire de conception et application de molécules bioactives

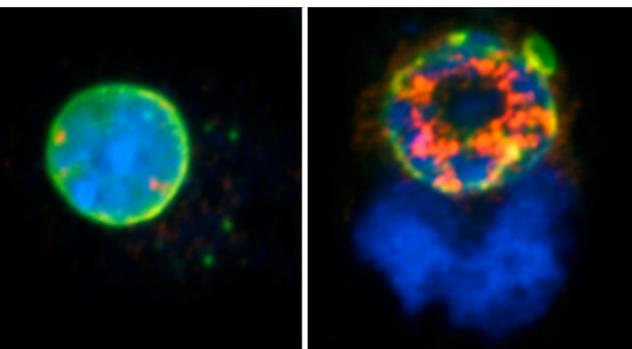


Libération à la demande d'une molécule anticancéreuse à l'aide d'une excitation lumineuse rouge à la surface de nanoparticules lipidiques.  
© Alexandre Specht, Antoine Kichler

### Immunité innée : détection des virus à ADN

L'immunité innée permet aux cellules hôtes de détecter les virus et mettre en place des défenses efficaces pour les bloquer. La production d'ARN double brin (ARNdb) est une caractéristique des infections virales et un puissant activateur de l'immunité. La réplication des virus à ADN produit des ARNdb mais leur origine est moins claire dans le cas des virus à ADN. Un mécanisme de défense dans lequel la cellule hôte infectée convertit l'ADN viral en ARNdb a été découvert chez la mouche drosophile.

Cell Reports | juin 2022  
Modèles insectes d'immunité innée



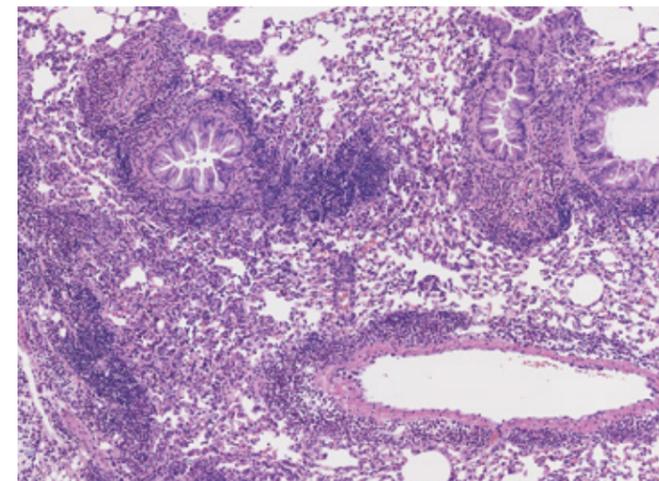
Vue du noyau dans une cellule de mouche Drosophile [membrane du noyau (vert), ADN (bleu), ARN double brin (rouge)]. À gauche : cellule saine non infectée, à droite : cellule infectée par des virus à ADN avec présence d'ARN double brin, puissant activateur de l'immunité.

© Isaque J.S. de Faria

### Participation de mécanismes épigénétiques au déficit mnésique associé à la maladie de Huntington

La maladie de Huntington, maladie neurodégénérative génétique rare, affecte préférentiellement le striatum, structure cérébrale clé. Une nouvelle étude met en évidence une dérégulation épigénétique de gènes impliqués dans la plasticité du striatum, chez des souris modélisant la maladie. La connaissance fine des mécanismes moléculaires et cellulaires qui sous-tendent les altérations cognitives spécifiques à la maladie pourra permettre de concevoir des traitements alternatifs aux seules thérapies cognitives et comportementales aujourd'hui disponibles.

Progress in Neurobiology | décembre 2022  
Laboratoire de neurosciences cognitives et adaptatives



Coupe histologique de poumon suite à la sensibilisation allergique chez un sujet présentant un phénotype asthmatique.

© Justine Segaud

### Allergies : empêcher la progression de l'eczéma vers l'asthme

La dermatite atopique (DA) ou « eczéma » est une maladie chronique inflammatoire de la peau, qui se manifeste par l'apparition de plaques rouges. L'inflammation et la fragilisation de la barrière cutanée qui en résultent augmentent le risque de développer de l'asthme. En introduisant des acariens à la surface ou en profondeur de la peau, des chercheurs ont reproduit chez la souris une sensibilisation allergique semblable à celle pouvant s'effectuer au cours d'une DA légère ou sévère chez l'Homme. Ils ont ainsi pu mettre en évidence le rôle-clé de deux protéines dans l'évolution de la DA vers l'asthme : les cytokines TSLP et IL-1 $\beta$ .

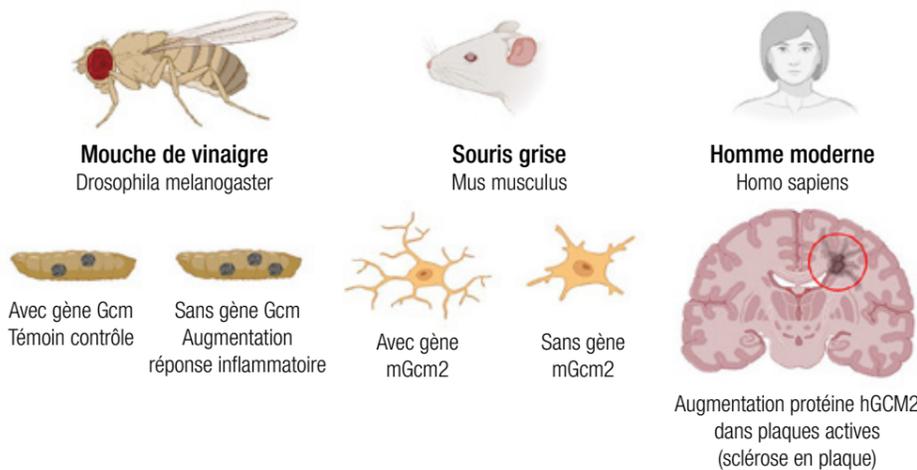
Nature communications | septembre 2022  
Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

## Découverte d'une cascade anti-inflammatoire conservée depuis la drosophile jusqu'à l'Homme

Une étude vient de démontrer que le gène Gcm a une fonction conservée dans l'évolution du contrôle de l'inflammation du système nerveux central. Un dysfonctionnement de ce gène entraîne chez la mouche drosophile, chez la souris et chez l'humain une réponse inflammatoire accrue, aussi bien dans le cas d'un état inflammatoire aigu que chronique, comme on en retrouve dans le vieillissement et dans la sclérose en plaque. Ces travaux représentent une avancée dans la compréhension des mécanismes moléculaires contrôlant la réponse inflammatoire.

Cell Reports | octobre 2022

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire  
Institut du cerveau, Paris



Chez la drosophile dont le gène Gcm est inactivé : réponse inflammatoire accrue chez des larves infestées par une guêpe parasitoïde. Chez la souris âgée, inflammation des microglies, cellules qui assurent le premier niveau de défense contre les pathogènes. Chez les patients atteints de sclérose en plaque, présence de l'expression du gène hGCM2 dans les lésions actives.

© Angela Giangrande

## SFPQ, protéine détournée par le virus SINV... CQFD !

Les virus sont des parasites obligatoires, qui dépendent de la cellule qu'ils infectent pour multiplier leur génome et se propager. Lors de la réplication, les virus à ARN produisent un ARN double brin (ARNdb), qui est perçu par la cellule comme signal de danger et va déclencher la réponse antivirale. Les virus ont mis au point diverses stratégies pour contourner cette réponse. Il est par conséquent crucial d'identifier les protéines cellulaires que le virus détourne dans ce but. Les scientifiques ont conduit leur étude sur le virus de Sindbis. Parmi les protéines reconnaissant l'ARNdb viral, ils ont pu identifier la protéine SFPQ (*splicing factor, proline-glutamine rich*) comme facteur pro-viral.

RNA | décembre 2022

Architecture et réactivité de l'ARN

Cellules humaines HCT116 infectées par le virus de Sindbis, l'ARN double-brin viral est coloré en rouge et le noyau de la cellule en bleu.

© Erika Girardi, ARN

## Spectrométrie de masse : Sarah Cianférani fait voler les protéines pour le diagnostic et le soin

Chimiste à l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC), Sarah Cianférani scrute les protéines pour mieux diagnostiquer et traiter différentes pathologies, dont des maladies neurodégénératives et des cancers. La spectrométrie de masse est son arme dans la chasse aux informations indispensables à l'élaboration de molécules thérapeutiques.

Elle fait voler les protéines pour mieux les étudier. Sarah Cianférani est en effet experte en spectrométrie de masse. Un spectromètre de masse fonctionne comme une balance extrêmement précise : les molécules sont ionisées (chargées), puis envoyées dans une enceinte sous vide où leur « temps de vol » permet de mesurer leur masse. Cette instrumentation permet ainsi de faire voler d'énormes protéines. D'une manière similaire au séquençage de l'ADN, la spectrométrie de masse séquence les protéines afin d'en déduire, grâce à d'énormes bases de données, la séquence exacte d'acides aminés qui les constituent. La précision de l'instrument permet de distinguer deux protéines possédant de légères différences dans l'enchaînement de leurs briques élémentaires.

“ J'AI PRIS LA DIRECTION D'UNE ÉQUIPE ISSUE DU MÊME LABORATOIRE OÙ J'AI PASSÉ MA THÈSE, APRÈS UNE EXPÉRIENCE DANS UNE ENTREPRISE PRIVÉE DE RECHERCHE. JE POURSUIS AINSI UNE PASSIONNANTE AVENTURE SCIENTIFIQUE À L'INTERFACE DE LA CHIMIE ANALYTIQUE ET DE LA BIOLOGIE, MAIS AUSSI HUMAINE : MES COLLÈGUES SONT MA DEUXIÈME FAMILLE ! ”

Au sein de l'équipe Spectrométrie de masse bioorganique qu'elle co-dirige, les scientifiques utilisent ces informations pour la protéomique, c'est-à-dire à l'étude exhaustive des protéines présentes dans une cellule ou des tissus, voire dans un organisme complet. Elle-même a reçu la médaille d'or 2023 de la Société française de protéomique.

La protéomique dite « fonctionnelle » sert à déterminer des biomarqueurs de pathologies comme la maladie de Lyme, de maladies neurodégénératives et de plusieurs cancers.

De plus, comme les protéines ne sont pas actives seules dans notre organisme, il faut comprendre comment elles interagissent avec leurs partenaires : c'est le domaine de la « protéomique structurale », cœur de métier de Sarah Cianférani. Il s'agit alors d'identifier les protéines qui s'associent pour former des complexes biologiquement actifs, de compter le nombre de sous-unités de chacune d'entre elles et mieux encore : de déterminer les zones en interaction et de proposer un modèle 3D de l'assemblage



© Nicolas Busser

protéique à partir de données de spectrométrie de masse.

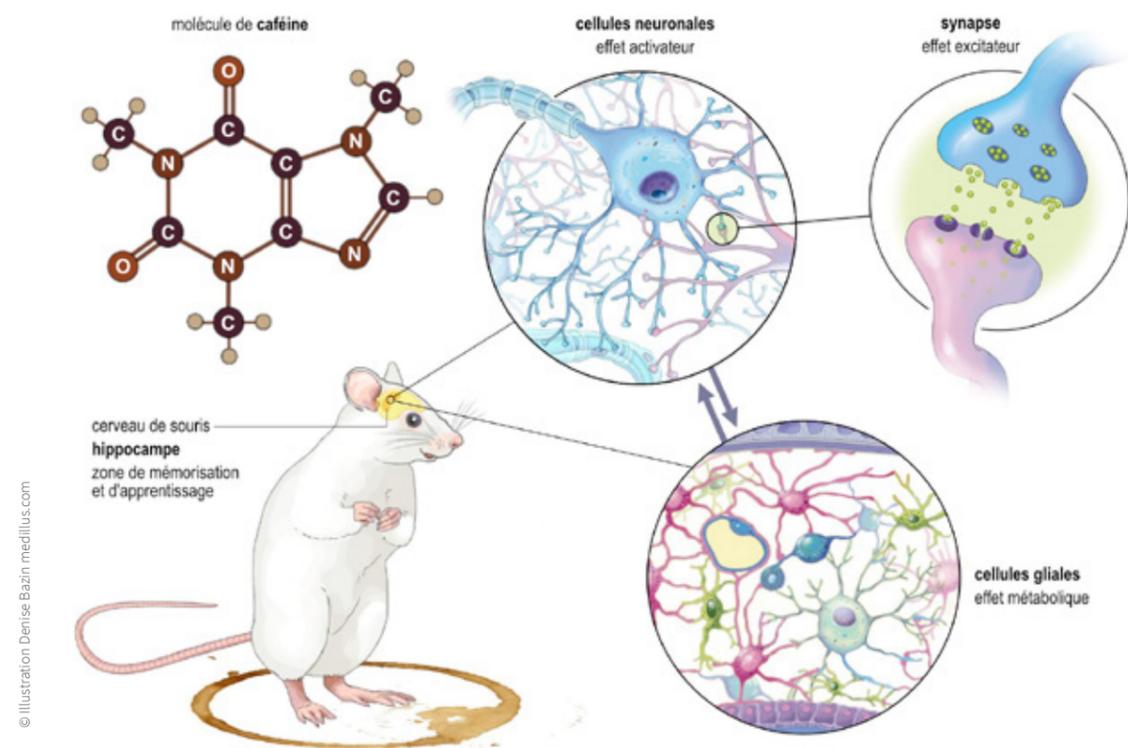
La protéomique structurale permet ainsi de développer des protéines médicamenteuses, telles que les anticorps monoclonaux. Ces énormes protéines de défense de notre système immunitaire sont fabriquées en culture pour traiter des maladies auto-immunes ou des cancers, en alternative aux chimiothérapies. Sarah Cianférani et son équipe ont développé des méthodes de spectrométrie de masse uniques pour valider la fixation des molécules hautement cytotoxiques à des anticorps – on parle d'anticorps immunoconjugués ou d'anticorps « armés » –, qui sont des protéines chargées de délivrer la substance active vers la tumeur à cibler.

## Caféine et cerveau

Consommée de façon chronique pour renforcer l'attention, la caféine est enfin décryptée du point de vue de ses effets moléculaires sur le cerveau. Des chercheurs ont établi qu'elle déclenche des modifications épigénétiques (liées à l'environnement du génome) et génétiques différentes, selon qu'elle agit sur des cellules neuronales ou des cellules non-neuronales comme les cellules gliales, majoritairement présentes dans les tissus. Les deux actions ont pour effet conjugué de faciliter la fonction de mémoire, bénéfique qu'ils vérifient désormais auprès de patients atteints de la maladie d'Alzheimer.

*The Journal of Clinical Investigation* | mai 2022

Laboratoire de neurosciences cognitives et adaptatives

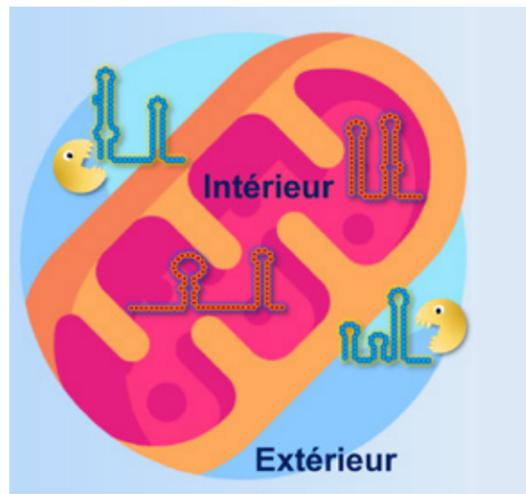


## CoLoC-seq, pour bien localiser les ARN dans la cellule

Au sein d'une cellule, on trouve différents composants, ou organites, individualisés par une membrane (noyau, mitochondrie, appareil de Golgi...). Pour chaque organite, les généticiens ont besoin de déterminer la localisation précise des ARN produits à partir de l'ADN. En effet, leur localisation correcte est nécessaire à l'expression des gènes. Problème, les techniques utilisées, quand elles reposent sur l'utilisation d'enzymes de type RNases, confondent souvent les ARN de l'organite étudié, dits « résidents », des ARN produits ailleurs, dits « contaminants ». Pour les distinguer, les chercheurs proposent CoLoC-seq, nouvelle méthode qui repose sur la cinétique enzymatique et une modélisation mathématique.

*Nucleic Acids Research* | décembre 2022

Génétique moléculaire, génomique, microbiologie



En suivant la dynamique de digestion par une RNase, CoLoC-seq permet de distinguer les ARN localisés à l'intérieur de l'organite d'intérêt, des ARN contaminants attachés à son extérieur.

© Alexandre Smirnov

## RADA, garante de la stabilité génétique des plantes

Chez les plantes à fleur, le génome mitochondrial est large et dynamique (des interactions existent avec le génome du noyau), c'est-à-dire complexe ! Il évolue très rapidement par recombinaison et ses réarrangements peuvent conduire à des caractères agronomiques recherchés, comme la stérilité mâle cytoplasmique utilisée par les sélectionneurs pour la production de semences hybrides. Sa stabilité influence aussi la santé et le développement de la plante. Utilisant la plante modèle *Arabidopsis*, les scientifiques montrent que l'ADN hélicase (enzyme qui catalyse le déroulement de la double hélice d'ADN), nommé RADA, est un facteur-clé de la machinerie de maintenance de l'ADN mitochondrial. Capable de créer de la diversité génétique au niveau de l'ADN mitochondrial, RADA est aussi essentiel à sa stabilité. Ainsi, son absence affecte le développement de la plante, via un mécanisme d'activation de gènes dans le noyau qui inhibent la progression du cycle cellulaire.

*PLoS Genetics* | mai 2022

Institut de biologie moléculaire des plantes



L'Arabette des dames ou *Arabidopsis thaliana*, petite crucifère sauvage, est l'un des organismes modèles, ou de référence, pour les études génétiques chez les plantes. Comparaison entre plante sauvage (à gauche) et mutant RADA (à droite).

© José Gualberto

## Lauréats de l'appel Diversité des mécanismes biologiques du CNRS

En explorant la diversité du monde vivant, ce programme incite les scientifiques à développer des études menées sur de nouveaux organismes modèles pour répondre à des questions biologiques importantes et spécifiques qui échappent encore à notre compréhension.

Étudier les processus évolutifs ayant permis la colonisation des milieux terrestres par les plantes grâce à des algues streptophytes.

Institut de biologie moléculaire des plantes

Caractériser la fonction d'une protéine impliquée dans une maladie musculaire héréditaire chez l'Homme en se penchant sur les mécanismes de la symbiose entre une éponge méditerranéenne *Aplysina aerophoba* et des bactéries.

Architecture et réactivité de l'ARN

Mieux comprendre certains processus cellulaires et moléculaires impliqués dans l'hibernation par l'étude du hamster sibérien *Phodopus sungorus*.

Institut des neurosciences cellulaires et intégratives

## Année de la Biologie

En partenariat avec le ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse et à destination des enseignants du secondaire, une journée de sensibilisation à la recherche actuelle dans le domaine des sciences du vivant. Au programme :

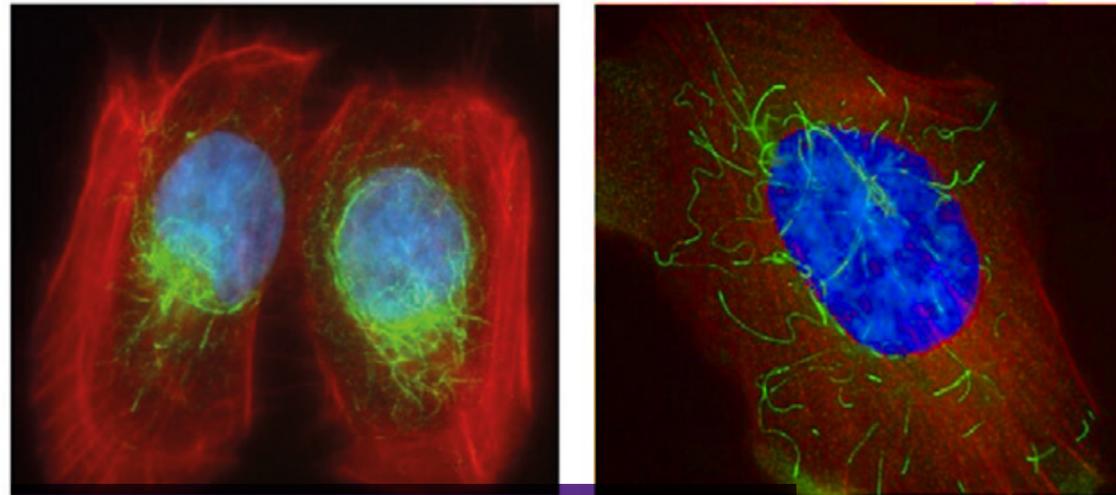
conférences thématiques et visites de laboratoires pour **80 enseignants présents**, accueillis par **48 scientifiques** (chercheurs, ingénieurs et techniciens) dans **7 laboratoires** de biologie du campus de l'Esplanade.

Avril 2022 | ARN, GMGM, I2CT, IBMC, IBMP, INCI, LNCA

## Une nouvelle cible thérapeutique pour limiter l'agressivité de certains cancers

PARP3 est une enzyme dont le rôle se révèle particulièrement important dans la progression de certaines tumeurs : sa présence inhibe en effet l'activité de G9A, une protéine altérant les propriétés tumorales. Lorsque PARP3 est retirée des cellules, G9A peut faire son travail, et la tumeur s'en trouve considérablement affectée. PARP3 constitue donc une cible intéressante à envisager lors d'un traitement anticancéreux. Bien que des efforts importants soient déployés pour identifier des stratégies permettant d'attaquer PARP3, il faut cependant noter que l'inhibition de cette enzyme peut engendrer des effets secondaires importants, qui sont actuellement en cours d'investigation chez la souris.

Scientific Reports | mai 2022  
Biotechnologie et signalisation cellulaire



Cellule cancéreuse en présence de PARP3 (à gauche) et en absence de PARP3 (à droite). Dans le premier cas, le réseau de microtubules est structuré ; dans le second cas, il est instable.

© BSC

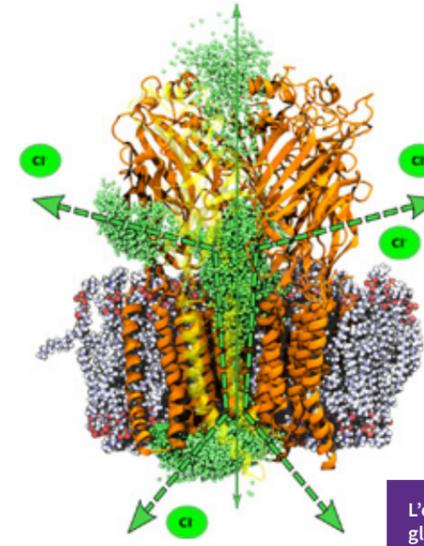
## Immunité innée : les macrophages CD169+ dévoilent leurs secrets

Les macrophages CD169+, cellules résidentes des ganglions lymphatiques et de la rate, capturent les bactéries et particules virales qui circulent respectivement dans la lymphe ou le sang. Ces macrophages jouent donc un rôle majeur dans la protection et la réponse immunitaire contre les infections. Comment leur maintien et leurs fonctions sont régis dans les tissus ? Les chercheurs ont montré que deux signaux provenant des cellules avoisinantes, les protéines lymphotoxine  $\alpha 1\beta 2$  et RANKL, sont indispensables à leur différenciation. Sans celles-ci, les macrophages n'acquièrent pas leurs fonctions et la réponse antivirale est affaiblie.

Proceedings of the National Academy of Sciences | janvier 2022  
Immunologie, immunopathologie et chimie thérapeutique

## Tremplin ATIP-Avenir

Les jeunes chercheurs, moteurs dans les approches pluridisciplinaires requises par la biologie, sont soutenus par le CNRS et l'Inserm grâce au programme ATIP (Action thématique incitative sur programme)-Avenir. Un financement permet aux lauréats de développer des projets de recherche novateurs en sciences biologiques, en toute autonomie. En 2022, Fabien Aubry (M3I), Clément Charenton (IGBMC) et Stefan Grob (IBMP) ont été sélectionnés en Alsace.



## Attendus à l'entrée principale, ils passent par les fenêtres !

Dans la synapse, zone de jonction entre deux neurones, l'influx nerveux se matérialise par le passage d'ions à travers les membranes cellulaires. À l'arrivée du potentiel d'action, des ions chlorure,  $Cl^-$ , entrent ainsi dans le neurone suivant tout en circulant par des récepteurs synaptiques dont le récepteur glycine (GlyR). De façon surprenante, les ions entrent et sortent du récepteur non pas par la voie verticale attendue, mais en empruntant des fenêtres latérales existantes dans l'architecture du récepteur. Le passage par ces voies latérales rend la conductance de l'influx dissymétrique. Ce mécanisme est à mettre en relation avec les dysfonctionnements de GlyR, associés à des pathologies comme l'autisme ou l'épilepsie.

Science Advances | octobre 2022  
Institut de chimie de Strasbourg

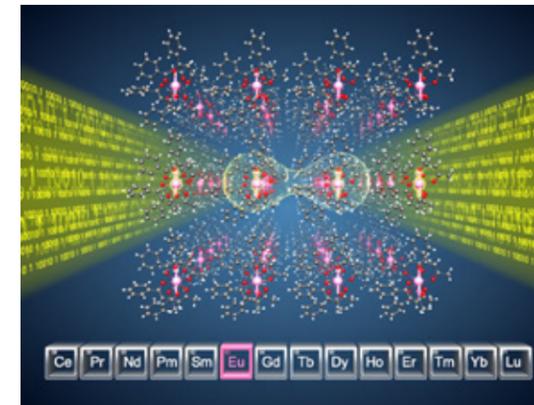
L'entrée et la sortie des ions chlorure ( $Cl^-$ ) dans le vestibule central du récepteur glycine (GlyR) au-dessus du canal membranaire se fait principalement par des voies latérales, et non par la voie verticale présumée.

© Marco Cecchini

## Terre rare et lumière pour ordinateurs quantiques

Un nouveau matériau constitué de cristaux moléculaires (empilement ordonné d'euporium, terre rare, permettra aux ordinateurs quantiques de communiquer entre eux à travers des réseaux de fibres optiques. Ces cristaux résultent de systèmes déjà utilisés, que les scientifiques ont réussi à combiner. D'une part, des ions de terres rares prisés pour leurs excellentes propriétés optiques et de spin (comportement dans un champ magnétique servant d'unité de stockage ou de calcul) et d'autre part, des systèmes moléculaires capables d'interagir efficacement avec la lumière.

Nature | mars 2022  
Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires



Les terres rares ont d'excellentes propriétés optiques et de spin, mais sont complexes à intégrer dans des dispositifs photoniques. Un cristal moléculaire d'euporium offre cette polyvalence.

© Christian Grupe

## Le stockage thermo-chimique, du matériau à l'application

Le stockage thermo-chimique, dans un avenir proche, permettra par exemple de chauffer une maison en hiver en utilisant de la chaleur emmagasinée l'été. Comment ? Grâce à des composites à base de sels hygroscopiques déposés sur différents supports (biochars, zéolithes). Ces matériaux réagissent au contact de la vapeur d'eau en dégageant de la chaleur qui est récupérée par des échangeurs. Une fois hydratés, les composites sont réactivés par séchage en utilisant une source de chaleur renouvelable.

Institut de science des matériaux de Mulhouse

## Étonnante chimie : vers un grand oral percutant

En partenariat avec le ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse, à destination des lycéens de terminale ayant choisi une spécialité chimie ; une occasion de découvrir la richesse des recherches menées dans ce domaine, de parler d'orientation et d'améliorer son expression orale.

2 journées de rencontres

100 lycéens accueillis sur le campus CNRS de Cronenbourg

13 ateliers et visites de laboratoires

Janvier et mai 2022 | ICPEES, ICS, ICube, IPCMS, IPHC, ISIS, LIMA, LIT, NS3E | avec la participation de l'ECPM, de l'ONISEP et du service d'orientation académique SAIO

## MATIÈRE

### Détecter le sarin : un capteur 3D bioinspiré

Dans la famille des neurotoxiques, demandons les composés organophosphorés, et par exemple, le sarin. Substance inodore, incolore et volatile, ce dernier est 500 fois plus puissant que le cyanure. Surveillance de sites industriels ou protection civile et militaire, il est crucial pour la sûreté des populations de disposer de capteur léger, au résultat immédiat et sélectif pour détecter ces composés volatils. En s'inspirant des antennes du *Bombyx mori*, des superstructures en 3 dimensions hiérarchisées, organisées et hautement verticales ont été élaborées, un défi de conception et de synthèse à l'échelle du micromètre. Ce système augmente significativement la surface d'accroche (rapport surface/volume) du capteur et repousse les limites de détection des molécules recherchées à quelques-unes sur des milliards.

*Applied Materialstoday* | janvier 2022  
Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes  
Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé



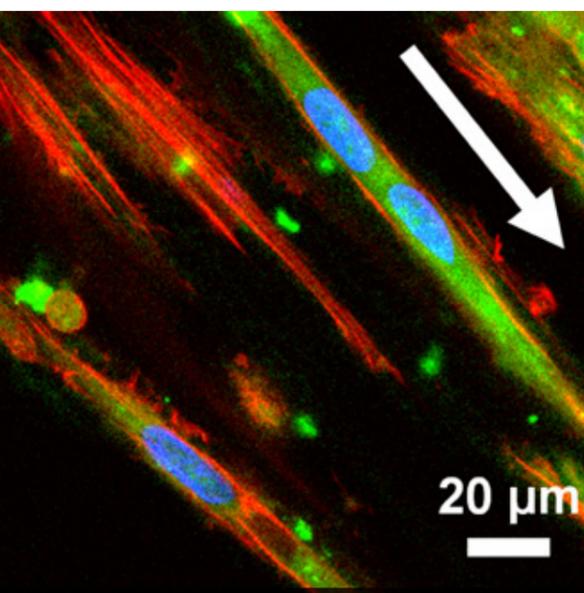
*Bombyx* du murier *Bombyx mori* : les antennes pectinées — en forme de peigne — de ce papillon de nuit se caractérisent par une haute capacité à détecter de très faibles concentrations de phéromone.

© Sandrine Berthault | sandrinephotos-esprnature.fr

### Quelques coups de pincesaux... pour créer des fibres musculaires

Pour traiter et remplacer des tissus musculaires malades ou endommagés, disposer facilement de fibres musculaires du patient serait une révolution, évitant ainsi les rejets de greffe. Une nouvelle technique basée sur un principe simple de brosse vient d'être mise au point. En alignant des couches nanométriques de collagène avec un simple pincesau, les scientifiques sont parvenus à guider la croissance et la différenciation *in vitro* de cellules souches humaines en fibres musculaires.

*ACS Nano* | octobre 2022  
Institut Charles Sadron



Les muscles sont des tissus orientés qui se développent à partir de cellules souches appelées myoblastes (en bleu : le noyau, en rouge : le cytosquelette, sa structure). Au cours de leur différenciation, les myoblastes s'orientent et s'organisent pour former les myotubes (en vert), constituants des fibres musculaires.  
Photo prise après 12 jours de culture sur les nanofilms.

© Muhammad Haseeb Iqbal

*Les particules d'or sont utilisées pour des applications en catalyse, imagerie biomédicale, administration de médicament... Entre les phases de synthèse et les temps de stockage, il est indispensable, avant usage, de contrôler la qualité des solutions d'or. En effet, même si l'aspect de la solution n'a pas changé, ces particules peuvent s'agréger ou s'agglomérer durant ces durées plus ou moins longues. Un processus de contrôle qualité basé sur un dépôt simple de gouttes sur un support a été mis au point. Telle une empreinte laissée spécifiquement sur la surface, il est possible d'observer si la solution d'or a subi un vieillissement entre sa fabrication et son utilisation.*

*Journal of Materials Science and Chemical Engineering* | septembre 2021  
Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Institut Charles Sadron

## MATIÈRE

### Coup de pouce de l'IA pour réduire le CO<sub>2</sub> industriel

Les industries utilisent un procédé d'absorption pour capter le CO<sub>2</sub> émis, reposant sur l'utilisation de solvant généralement constitué d'un mélange d'amines (composés contenant un azote) en solution aqueuse avec un activateur. Le CO<sub>2</sub> doit ensuite être séparé du solvant et ce dernier est régénéré. Toutefois, ce processus nécessite une très grande quantité d'énergie. Pour pallier cet inconvénient, les chercheurs ont réussi à identifier de nouveaux composés, des amines tertiaires, grâce à une approche de criblage *in silico*, alliant la simulation numérique à l'apprentissage automatique *via* l'intelligence artificielle. Les nouveaux composés ont été testés avec succès au sein d'une installation industrielle pilote.

*Communications Chemistry* | mars 2022  
Chimie de la matière complexe



### Voir l'invisible à l'œil nu

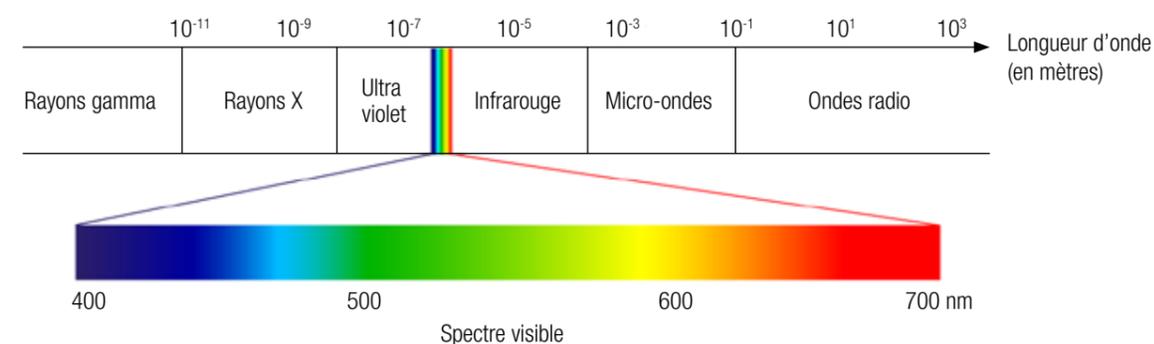
L'œil humain détecte la lumière dans le domaine du visible, soit les couleurs de l'arc en ciel. Une équipe de chimistes a construit une nouvelle structure basée sur deux éléments, le ruthénium (Ru) et l'ytterbium (Yb). En illuminant ce complexe avec des ondes du proche infrarouge, invisibles à l'œil nu, ils ont observé une luminescence dans le rouge. Cette structure est capable d'emmagasiner l'énergie reçue et de la libérer sous forme de photons dans le visible donc de plus hautes énergies. On parle de *conversion ascendante de photons*.

*Journal of the American Chemical Society* | juin 2022  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Laboratoire de bioimagerie et pathologies

Vue artistique du complexe mixte de Ru et Yb.

À droite : Spectre des ondes électromagnétiques. Cette catégorie d'ondes transporte de l'énergie sous forme de photons (lumière). La quantité d'énergie emmagasinée dépend de la longueur d'onde. Plus celle-ci est grande, plus l'énergie des photons est faible, et inversement [1 nm = 10<sup>-9</sup> m].

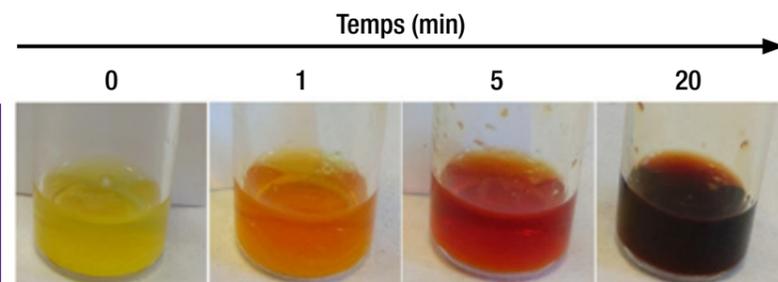
© Richard C. Knighton



## Un solvant vert permet la formation d'un nouveau précatalyseur au palladium

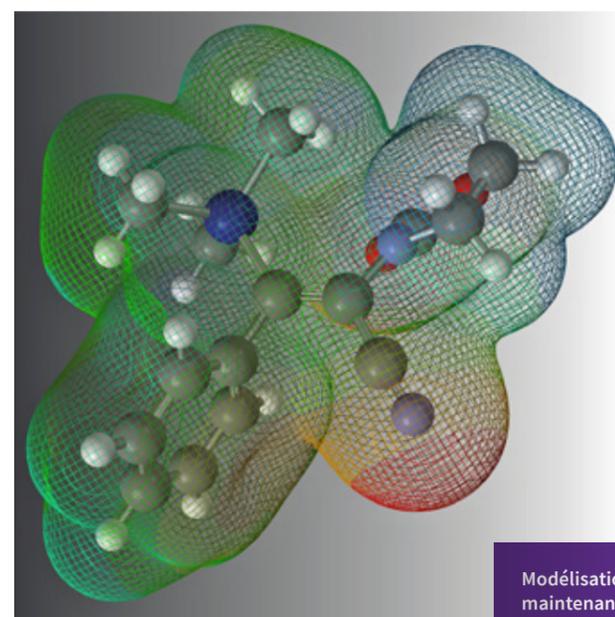
Dans l'industrie pharmaceutique, la formation de la liaison carbone-azote (C-N) fait partie des vingt réactions les plus utilisées en chimie organique. Elle se déroule majoritairement dans des solvants issus du pétrole donc polluants. Il a été démontré qu'en présence d'un alcool simple comme solvant, le palladium (Pd) et une phosphine peuvent s'associer pour former un nouveau précatalyseur efficace pour la formation de cette liaison C-N ; une alternative économique et écoresponsable par rapport aux solvants traditionnels.

ACS Catalysis | décembre 2022  
Laboratoire d'innovation thérapeutique



Formation du précatalyseur au palladium au cours du temps en milieu alcoolique. Le changement de couleur est lié à l'augmentation de la concentration du précatalyseur.

© F. Bihel



## Synthétiser facilement des énamides captodatifs

Les énamides captodatifs sont des composés portant un alcène (double liaison carbone-carbone) fonctionnalisé sur un même carbone par un groupement chimique donneur d'électrons et un autre attracteur d'électrons. Cette spécificité leur permet de stabiliser un électron isolé (appelé aussi radical). Très peu étudiés du fait de leur synthèse complexe, donc peu documentés, leurs applications restent totalement inexplorées. Des chercheurs ont développé une méthode simple, efficace et modulaire d'une famille de ces composés : les 2-amidoacrylonitriles. Ces résultats ouvrent une porte à l'étude approfondie de nouvelles espèces moléculaires.

Angewandte Chemie International | janvier 2022  
Laboratoire d'innovation moléculaire et applications

Modélisation d'un 2-amidoacrylonitrile silylé, énamide captodatif qui peut maintenant être synthétisé de façon simple et modulaire.

© Morgan Donnard, LIMA

## Agents dormants pour photopolymérisation

La micro-impression 3D par photopolymérisation, à présent largement répandue, permet des applications variées en ingénierie tissulaire, microrobotique, photonique... Cependant, les objets réalisés ne sont plus modifiables par la suite. Les chercheurs ont remplacé la première étape de photopolymérisation, où les chaînes polymères formées sont dites « mortes », par une technique particulière, la polymérisation radicalaire contrôlée, reposant sur des chaînes polymères dites « vivantes ». Elles comportent un « agent dormant » qui permet de réactiver la photopolymérisation à la surface de l'objet. Ainsi le système peut acquérir de nouvelles propriétés, en fonction des besoins.

Advanced Functional Materials | octobre 2022  
Institut de science des matériaux de Mulhouse

## Quels gènes communs entre espèces ? L'apport de l'orthologie

Au cours de l'évolution, certains gènes ont été conservés entre des espèces parfois très éloignées. On parle d'orthologie pour désigner ce lien évolutif entre gènes dérivant d'un ancêtre commun et présents chez des espèces différentes. L'identification des orthologues est indispensable pour comparer les espèces et comprendre l'histoire évolutive des gènes et leurs fonctions.

Ce processus d'identification, appelé inférence d'orthologie, reste un défi. Le consortium *Quest for Orthologs*, composé d'experts internationaux, collabore au développement d'un service de référence visant à comparer, améliorer et standardiser les prédictions des relations d'orthologie. Ont été publiés les résultats de vingt méthodes d'inférence avec pour la première fois une méta-analyse approfondie de ces prédictions.

Nucleic Acids Research | mai 2022  
Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

## Améliorer le diagnostic du cancer du pancréas

Le cancer du pancréas est la sixième cause de mortalité liée au cancer en France. Diagnostiqué le plus souvent très tardivement et résistant à la plupart des traitements, ce cancer est associé à un taux de décès de 90 à 95 % dans les cinq ans. Améliorer la précocité et la précision du diagnostic est un enjeu majeur pour tenter d'augmenter les chances de survie des patients. Le projet APEUS porte sur le développement de technologies d'aide aux praticiens lors d'un examen d'échoendoscopie (EUS) du pancréas c'est-à-dire associant endoscopie et échographie.

Cette méthode est aujourd'hui la seule à même de fournir un diagnostic précoce sur les lésions par rapport aux méthodes d'imagerie classique. Dans une analyse en temps réel lors d'un examen, les développements consistent, en premier lieu, à utiliser un outil d'assistance à la navigation de la sonde EUS et, en second lieu, à concevoir des algorithmes pour faciliter l'interprétation des images et la localisation des différents éléments anatomiques. L'enjeu est d'augmenter la performance de l'examen et aider les praticiens dans leur diagnostic.

ASMUS 2022, computer Science | septembre 2022  
Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie  
Institut hospitalo-universitaire de Strasbourg



Vue du bloc opératoire lors d'un examen d'échoendoscopie.

© IHU Strasbourg

## Histoires de spectres

**Prix Henri-Poincaré en 2012, médaille d'argent du CNRS en 2013, Nalini Anantharaman poursuit ses recherches entre l'Institut de recherche mathématique avancée (IRMA) à Strasbourg et le Collège de France à Paris où elle est nommée professeur en 2022. Au sein de la prestigieuse institution, qui a pour vocation d'enseigner la recherche en train de se faire, elle enseigne la géométrie spectrale, branche mathématique née il y a un siècle, pour faire le lien entre la géométrie d'un objet et son spectre de vibration.**

Quand avez-vous pris conscience que vous souhaitiez dédier votre vie aux mathématiques ?

Comme j'ai grandi dans une famille de mathématiciens, j'ai baigné très tôt dans un milieu chargé d'une culture mathématique. J'avais des ouvrages à portée de main, et conscience que la recherche était active dans ce domaine, alors que l'opinion publique a tendance à penser que cette discipline s'est figée quelque part entre le XVIII<sup>e</sup> et le XIX<sup>e</sup> siècle.

Au cours de mon cursus universitaire, je me suis rendu compte que le raisonnement abstrait, par son activité intellectuelle intense et soutenue, m'intéressait davantage que la recherche expérimentale, qui souvent, demande de passer du temps à résoudre des problèmes plus pratiques que conceptuels.

Que signifie le mot « spectre » en mathématiques et comment s'est établi le lien entre la géométrie d'un objet et les ondes qu'il émet ?

En physique, depuis les travaux de Newton, on sait que la lumière blanche est en fait composée d'une superposition de couleurs. Le spectre visible de couleurs s'étend du violet au rouge, en passant par le bleu, le vert, le jaune... Petit à petit, au XIX<sup>e</sup> siècle, les physiciens ont remarqué des discontinuités dans la lumière émise par le Soleil : son spectre contient des raies sombres, dites de Fraunhofer. En chauffant des éléments chimiques, les scientifiques ont aussi vu apparaître des spectres discontinus dans lesquels seules certaines couleurs étaient présentes.

Ces constats étaient étonnants, car on se représentait le monde comme continu. Il s'agissait alors de comprendre pourquoi ces discontinuités se manifestaient. Dans les années 1920, les fondateurs de la mécanique quantique, Heisenberg et Schrödinger, ont compris quelque chose de très important : pour calculer les fréquences manquantes qui apparaissent dans les spectres observés, il faut calculer des nombres qui correspondent à une notion déjà connue depuis soixante-dix ans dans le milieu des mathématiques : les valeurs propres de matrices.

C'était un moment miraculeux, et à partir de là, on s'est mis à désigner sous le nom de théorie spectrale la notion de calcul des valeurs propres. Cette époque est cruciale, car, d'une part, les mathématiques se sont enrichies des questions apportées par la physique et, d'autre part, la mécanique quantique est devenue extrêmement mathématique. Cela l'a aussi rendue plus difficile à comprendre pour les non-initiés, la théorie spectrale faisant appel à des notions assez abstraites, comme les espaces de dimensions infinies. En étudiant la géométrie d'un objet, on peut essayer de déterminer si l'on



© Patrick Imbert, Collège de France

va obtenir un spectre continu ou discontinu (dit « discret » en mathématiques).

L'atome d'hydrogène, par exemple, possède les deux types de spectres, mais celui qu'on observe est le spectre discret. C'est le cas pour la plupart des objets physiques...

Quels sont les obstacles qu'un aspirant mathématicien peut rencontrer sur son chemin ?

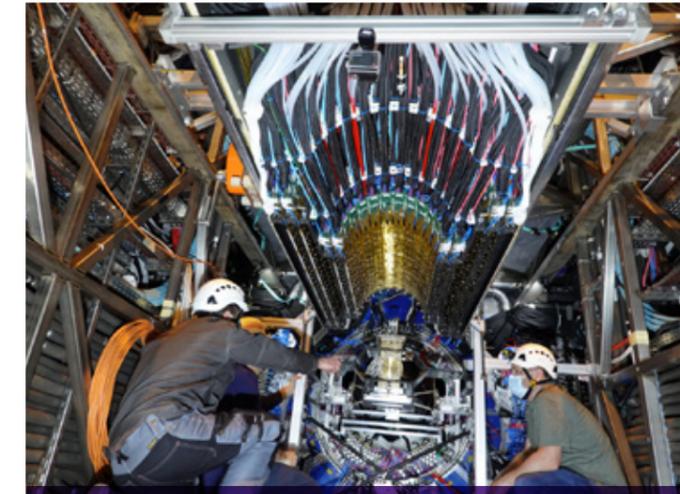
La plupart des obstacles que j'ai rencontrés trouvaient leur origine en moi-même. Il peut s'agir de difficultés personnelles à surmonter et de défis intellectuels particulièrement complexes à relever. Je suis par exemple passée par les classes préparatoires, où le choc est assez rude au départ, puisque la quantité de travail à fournir est très importante par rapport au lycée, ce qui, pour moi comme pour beaucoup, a été la source de difficultés dans les premiers mois. Mais je n'ai jamais senti que les obstacles venaient de l'extérieur. Plus tard, même si le milieu des mathématiques est très masculin, mais assez peu hiérarchisé, j'ai toujours trouvé l'atmosphère de travail très bienveillante. Du reste, l'environnement universitaire nous permet d'être assez libres dans nos choix de sujets de recherche, on doit savoir se juger soi-même, se critiquer autant que se féliciter, avoir confiance en soi.

*Extrait de « La recherche de connaissances est une fin en soi », propos recueillis par William Rowe-Pirra, journaliste scientifique. Tous droits réservés, Collège de France, 2022.*

## ALICE : le nouveau détecteur de traces enregistre ses premières données

L'expérience ALICE, programme scientifique international, porte sur l'exploration de la matière nucléaire à très haute densité d'énergie. Ce projet repose sur son détecteur monumental, un équipement de près de 10 000 tonnes. Situé à 56 m de profondeur, il capte au plus près du point d'interaction les produits des collisions issues du LHC (Large Hadron Collider), l'accélérateur géant du CERN situé à Genève. Profitant de la mise à l'arrêt pour maintenance du LHC, le nouveau trajectomètre, ou détecteur de traces — nommé ITS2 — a été installé au cœur d'ALICE. L'enjeu est d'améliorer sa capacité à repérer et reconstituer les trajectoires des particules électriquement chargées. Les premières données ont été enregistrées et confirment un premier succès expérimental : la précision spatiale de l'ITS2 est au rendez-vous (exemple : gain d'un facteur 3 à 5 sur le pointé vers le point d'interaction initiale de la collision), la quantité de collisions enregistrées sur la seule année 2022 correspond déjà à 300 fois ce qui avait été accumulé sur la période 2015-2018 [Run 2]. Cela est de bon augure pour la suite du Run 3 du LHC [2022-2025].

[arXiv physics | février 2022](#)  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien



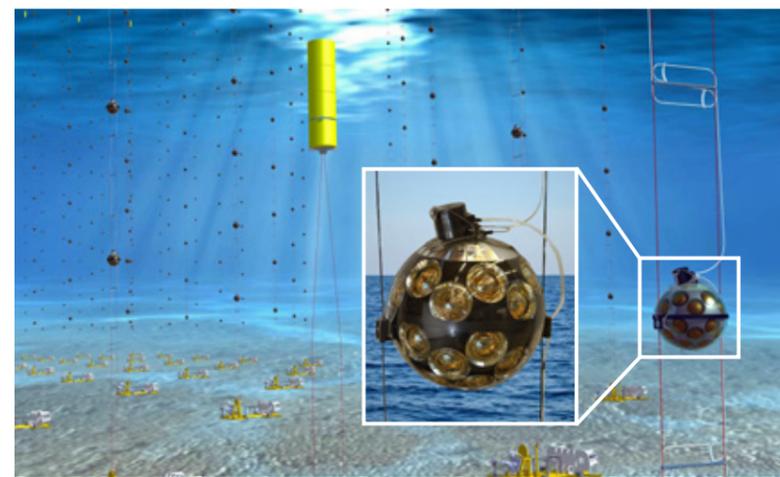
Installation du trajectomètre au cœur du détecteur ALICE. De forme cylindrique, avec ses 10 m<sup>2</sup> de surface active de silicium et près de 13 milliards de pixels, ce détecteur à pixels est un cas mondial, unique en son genre. Les capteurs (zones dorées sur la photo) sont pour partie conçus et fabriqués par les personnels techniques alsaciens.

© CERN

## Déterminer la masse des neutrinos : deux expériences s'associent

Le neutrino, découvert dans les années 50, est une particule élémentaire électriquement neutre existant en trois saveurs (électronique, muonique, tauique). Depuis 1998, des observations ont mis en évidence un mécanisme d'oscillation de saveur des neutrinos, directement relié à l'existence d'une masse pour ces particules. Mesurer l'ordre des masses des différents neutrinos devient alors un enjeu essentiel pour déterminer leurs propriétés exactes. Parmi les expériences en cours de développement, JUNO vise à détecter les neutrinos issus de centrales nucléaires en Chine, et KM3NeT capte les neutrinos produits dans l'atmosphère terrestre. En croisant leurs études, des équipes scientifiques de ces deux projets ont évalué le gain en sensibilité d'une analyse conjointe de leurs futures données, et montré que cette combinaison permet de déterminer l'ordre des masses des neutrinos jusqu'à 4 ans plus tôt que si les données étaient traitées séparément.

[Journal of high energy physics | mars 2022](#)  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Laboratoire Astroparticule et cosmologie, Paris



À gauche : KM3NeT/ORCA, télescope à neutrinos sous-marin installé à 2 500 mètres de profondeur en Méditerranée. Il détecte les neutrinos produits par l'interaction des rayons cosmiques dans l'atmosphère et ayant traversé la Terre. Vue artistique ; zoom sur un module optique fabriqué en Alsace. À droite : JUNO, détecteur souterrain de neutrinos en cours de construction en Chine. Situé à 53 km de centrales nucléaires, il captera le flux abondant de neutrinos généré par les réactions nucléaires. La sphère métallique va soutenir une sphère en acrylique remplie de 20 000 tonnes de liquide scintillant.

© Edward Berbee/Nikhef, KM3NeT, collaboration JUNO

# LA MÉDIATION EN 2022

Avec la médiation scientifique, la science peut prendre pleinement sa place dans la société. Il s'agit de mettre à la portée de tous les travaux et les résultats scientifiques, mais aussi d'organiser la circulation des savoirs, d'inciter au dialogue et au débat, de donner envie d'en savoir plus.

La science, méthodique et rationnelle, est aussi faite d'émotions. Joyeuse impatience, malgré le froid, avant les lâchers de tortues Cistude organisés à Lauterbourg et à Neuburg am Rhein le 26 avril 2022, pour évaluer le succès de leur réintroduction de part et d'autre du Rhin. Les recherches du programme européen EMYS-R font régulièrement l'objet de présentations au public.

© Nicolas Busser





De gauche à droite : Anne Cousin, Alexandra Helleux.

© Nicolas Busser

### Finale Alsace MT180

Trois minutes pour présenter sur scène ses travaux de thèse, sans autre accessoire qu'un unique visuel ! C'est le défi lancé aux doctorant(e)s du concours Ma thèse en 180 secondes, co-organisé par le Jardin des sciences de l'Université de Strasbourg et la délégation Alsace du CNRS. Trois prix ont été décernés au cours de la 9<sup>e</sup> édition régionale. Ils ont été remportés par Anne Cousin (Institut de biologie moléculaire des plantes | IBMP), lauréate du 1<sup>er</sup> prix du jury et du prix du public, et par Alexandra Helleux (Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire | IGBMC), 2<sup>e</sup> prix du jury.

### Caravane des libertés scientifiques



Collusion par Fariba Adelhkhah. Collage réalisé à la prison d'Evin, été 2020 © F. Adelhkhah

Des chercheuses strasbourgeoises ont organisé la Caravane des libertés scientifiques et invité des chercheuses de Paris, Beyrouth (Liban) et Vilnius (Lituanie), en association avec le Jardin des Sciences de l'Université de Strasbourg et le Comité strasbourgeois de soutien à la libération de Fariba Adelhkhah, anthropologue franco-iraniennne emprisonnée en Iran de juin 2019 au printemps 2023. Celle-ci est de retour en France depuis octobre.

L'université peut-elle être un contre-pouvoir ? Au-delà de l'exil en temps de guerre ou de crise, la question reste ouverte dès lors que les gouvernements, États, entreprises, fondations privées sont fondés à revendiquer le contrôle sur les financements qu'ils octroient.

Table-ronde et conférence Libertés scientifiques et exil | novembre-décembre 2022. Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe

### Sclérose en plaque : les patients au cœur de la recherche

Un dialogue entre des patients atteints de sclérose en plaque et des scientifiques de l'IGBMC a été organisé à l'occasion des portes ouvertes de la Fondation d'aide à la recherche sur la sclérose en plaques (ARSEP). L'association finance deux projets de recherche commencés en 2022, l'un sur les mécanismes de la dégradation de la myéline impliquant des lymphocytes, et l'autre sur la réparation de la myéline afin de proposer des traitements préventifs ou curatifs. Les familles ont également visité le laboratoire ainsi que les plateformes de microscopie et de cytométrie en flux, technologies permettant l'identification et l'isolation des cellules impliquées dans la progression de la maladie.

Novembre 2022. Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### SOLenVille, programme de sciences participatives à Strasbourg

Lombrics, araignées, carabes... il y a du monde sous nos pieds ! Scientifiques et habitants collectent les données sur la macro et la microfaune ainsi que sur les qualités physiques et chimiques des sols. La base de données doit servir à établir des référentiels de biodiversité. Initiée en 2018, elle contribuera à déterminer la qualité biologique et biophysique des sols urbains, soumis à de multiples pressions — imperméabilisation, tassement, pollution — dont on ne connaît pas les conséquences. Le terrain d'observation est celui de l'Eurométropole de Strasbourg, investigué par la Zone Atelier Environnementale Urbaine de Strasbourg (ZAEU), dispositif labellisé par le CNRS.

Biotechnologie et signalisation cellulaire  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Institut Terre et environnement de Strasbourg  
Laboratoire interdisciplinaire en études culturelles  
Laboratoire image ville environnement

“ NOS RECHERCHES SUR LES SOLS CONTRIBUENT À PRÉFIGURER UNE « TRAME BRUNE » AUX CÔTÉS DE LA TRAME VERTE (CORRIDOR VÉGÉTAL) ET DE LA TRAME BLEUE (PRÉSERVATION DE L'EAU) QUI STRUCTURENT LA VILLE. ”

Sandrine Glatron, directrice de la ZAEU de Strasbourg



Des Traces au Brézouard est le dialogue impulsé par l'Observatoire Hydro-Géochimique de l'Environnement, l'Université de Strasbourg et la commune d'Aubure entre habitants, politiques, artistes et scientifiques. Ces derniers ont déployé pour les scolaires venus en classe découverte des ateliers sur le parcours de l'eau, les données météorologiques et l'écosystème forestier. Institut Terre et environnement de Strasbourg.

© Fernand Vanobberghen

### Célébrer la diversité du vivant

Embryogenèse, organogenèse, régénération, cellules souches... les spécialistes de biologie du développement se sont tout dit en quatre jours sur les dernières avancées. Point d'honneur du 3<sup>e</sup> congrès franco-japonais : les actions « Strasbourg dans la lumière de la biologie » que les organisateurs avaient minutieusement préparées pour sensibiliser le grand public à la beauté de la discipline et pour initier les scolaires à la rigueur de la démarche scientifique.

3<sup>e</sup> congrès franco-japonais de biologie du développement, novembre 2022 Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

Des lycéens se glissent dans la peau de scientifiques et échangent avec des jeunes chercheurs.

© Sophie Jarrault



### Quel devenir pour les œuvres récupérées en Allemagne en 1945 ?

À Strasbourg, ultime exposition de 27 œuvres récupérées en Allemagne en 1945, pour que les descendants des familles françaises juives spoliées les revendiquent. La chance est infime. Mais le statut de ces œuvres, estampillées « MNR » à la fin de la Seconde Guerre mondiale, pour « musées nationaux de récupération », oblige à faciliter leur restitution.

27 DES 2 200 ŒUVRES MNR SONT DÉPOSÉES DANS LES MUSÉES DE LA VILLE DE STRASBOURG

Certains musées sont ainsi dépositaires d'œuvres mais pas propriétaires ; elles font partie d'inventaires provisoires mais pas des collections nationales. Pour maximiser les chances de restitution, leur apparence ne doit pas être modifiée, ce qui



Les Fiancés de Lucas de Leyde, tableau flamand du XVI<sup>e</sup> siècle, qu'Hermann Göring, bras droit d'Hitler, avait fait intégrer à sa collection personnelle, est l'une des 27 œuvres exposées.

© Musées de Strasbourg, Mathieu Bertola

interdit tout soin de conservation à des œuvres fragilisées. Que faire de ces objets ? Les juristes, associés aux musées de la Ville de Strasbourg, s'emparent du problème, débattu au cours d'un symposium international réunissant également des historiens et des historiens de l'art.

Passé, présent, avenir d'œuvres récupérées en Allemagne en 1945. Les MNR des musées de Strasbourg, exposition d'octobre 2022 à mai 2023. Droit, religion, entreprise et société

### Faites chauffer les microscopes !

La NanoCar Race, course de voitures moléculaires, revient polir l'asphalte, en cristal d'or pur de quelques millimètres. L'équipe strasbourgeoise, classée 3<sup>e</sup>, a parcouru 376 nm et effectué 28 virages au cours d'une compétition de 24h. Pour parcourir la plus longue distance, les différentes équipes s'appuient sur les images de leur propre microscope à effet tunnel qu'elles pilotent à distance. Phénomène quantique, l'effet tunnel permet aux électrons de traverser une barrière de potentiel sans perte d'énergie. Un microscope à effet tunnel permet ainsi d'obtenir un courant entre une pointe et une surface conductrice, et les variations de ce courant donnent une image de la topologie de la surface. Il permet aussi de manipuler et de construire des nano-objets.

Mars 2022. Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg Institut de chimie de Strasbourg

# L'INTERNATIONAL EN 2022

Le CNRS, acteur de la recherche internationale, collabore avec les institutions scientifiques les plus prestigieuses en Europe et favorise des initiatives de coopération dans le monde entier.

## Conseil européen de la recherche

L'ERC finance des projets de recherche exploratoire, aux frontières de la connaissance, dans tous les domaines de la science et de la technologie. Le seul critère de sélection est celui de l'excellence scientifique.

### Starting Grant - Jeunes chercheurs

#### Clément CHARENTON | SPLIFEM

L'épissage assure le passage de l'ARN messager transcrit de l'ADN vers un ARN final, étape préalable à la production de protéines. Isoler le splicéosome, la machine moléculaire qui réalise cet travail, au moment où il reconnaît ses séquences cibles permettra d'étudier sa composition et sa structure.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### Advanced Grant

#### Nalini ANANTHARAMAN | InSpeGMos

La géométrie spectrale est le domaine des mathématiques qui cherche à faire le lien entre la géométrie d'un objet et son spectre de vibration. Le projet vise à étudier des géométries engendrées aléatoirement, avec un intérêt tout particulier pour les surfaces hyperboliques.

Institut de recherche mathématique avancée

#### Amir HOVEYDA | HISUBMET

Les oléfines ou alcènes tétra-substituées sont essentielles à la découverte de médicaments. La capacité d'accéder à ces entités est cruciale. Pour leur production, des études pionnières ont conduit à des avancées notables, mais des lacunes importantes subsistent. Le projet entend relever ce défi.

Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires

### Consolidator Grant - Chercheurs confirmés

#### Nicolas PADOY | ComSURG

Développer une nouvelle méthodologie informatique pour modéliser les activités chirurgicales à grande échelle, étudier les événements indésirables et améliorer la sécurité au bloc opératoire.

Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

## Conseil européen de l'innovation

Lancé avec le programme Horizon Europe en 2021, l'EIC vise à accompagner les innovations de rupture, de leur émergence à leur mise sur le marché.

Le dispositif « Pathfinder » s'intéresse aux projets de recherche portant sur les premiers développements d'une technologie innovante. Ce dispositif permet en outre d'obtenir des moyens pour avancer et établir une preuve de concept.

FUNAMBULIST vise une production radicalement nouvelle de produits chimiques, grâce à des processus catalytiques basés sur des acides nucléiques (ADN ou ARN) dans des solvants non conventionnels, tels que des liquides ioniques.

Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires  
Architecture et réactivité de l'ARN

## Construire des infrastructures d'excellence mutualisées

### EuRyQa - European infrastructure for Rydberg Quantum Computing

L'informatique quantique va bouleverser le domaine du calcul intensif dans les années à venir. Cette nouvelle infrastructure réunit quatre plateformes complémentaires pour fournir une solution européenne unique dans la construction d'un ordinateur quantique basée sur les atomes de Rydberg.

Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires

### VIRTFac, optimiser le passage à l'industrie 4.0

Le consortium franco-allemand propose des outils capables de répondre aux besoins de numérisation de l'industrie de demain.

Programme INTERREG V Rhin Supérieur du Fond européen de développement régional

Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

### L'Union européenne, un objet de recherche

Création du Groupement d'intérêt scientifique Euro-Lab, un réseau interdisciplinaire de 70 unités de recherche françaises pour coordonner et animer les recherches menées sur l'Union Européenne.

Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe

### International Research Network (IRN), un outil de coopération internationale du CNRS

ELGAR : création d'un laboratoire européen de recherche sur la gravitation et l'interférométrie atomique.

Institut Terre et environnement de Strasbourg

En 2022,

sur 760 contrats signés

156 collaborations  
avec l'étranger

issus de 39 pays différents

# L'INNOVATION EN 2022

Le CNRS met à profit l'excellence de sa recherche couplée à une politique volontariste pour faire émerger des porteurs d'innovations prometteuses, dont il soutient le transfert vers le monde économique.

Mosaïque microbienne : cette image est lauréate 2022 du concours photo CNRS, *la preuve par l'image*. Initialement en noir et blanc les auteurs ont procédé à une re-colorisation des images de fluorescence à haute résolution afin de s'approcher au mieux de la réalité : de l'orange au centre à la contamination la plus active, en violet.

La technologie d'imagerie de fluorescence à haute résolution Red One commercialisée par la start-up Redberry, permet de détecter une contamination bactérienne en temps réel. L'innovation, associant biologie et sciences pour l'ingénierie, réside dans l'analyse des images produites par un processus algorithmique, celui d'un réseau de neurones.

Biotechnologie et signalisation cellulaire  
Laboratoire de bioimagerie et pathologies  
Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie  
Redberry SAS

© Lucas Lo Giudice, ICube et Pauline Silberreiss, LBP et BSC. Redberry SAS

## LABORATOIRES COMMUNS, UN OUTIL DE COLLABORATION AVEC LES INDUSTRIELS

**AERIAL** pérennise une relation partenariale entamée il y a plus de 30 ans entre l'IPHC et le centre de ressources technologiques AERIAL, mettant en commun leur potentiel scientifique et technique. Des recherches de pointe sont menées autour de 3 axes scientifiques pour anticiper les besoins industriels de demain sur les techniques d'irradiation et la radiobiologie, l'analyse pour l'agroalimentaire et l'environnement.

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien

Visite de la cellule d'irradiation par rayons X de la plateforme Feerix, dans les locaux d'Aerial, lors du lancement du LabCom en novembre 2022 pour mutualiser les potentiels techniques et scientifiques.

© Nicolas Busser



**TechnoFUS** a vu le jour après un premier essai clinique débuté en 2021, portant sur un nouveau dispositif thérapeutique non invasif, non ionisant, permettant l'ablation des tumeurs osseuses par ultrasons focalisés. À l'origine de ces développements, le laboratoire ICube et la société Image Guided Therapy se sont associés sous forme d'un laboratoire commun afin de développer les thérapies ultrasonores de demain, en s'appuyant sur leur expertise technologique en robotique, imagerie et microélectronique.

Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

Brûler les tumeurs osseuses grâce aux ultrasons focalisés.

© Jonathan Vappou

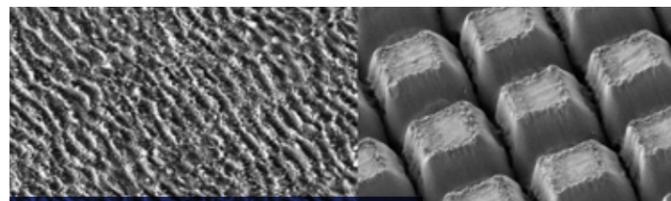


La peau humaine est un organe vulnérable, exposé aux molécules issues de produits cosmétiques, thérapeutiques, chimiques ou provenant de dispositifs médicaux. Pour l'évaluation de ces produits, l'usage de tests 3D *in vitro* (modèles de peau reconstruite) a révolutionné la pratique mais atteint certaines limites. Lauréat de l'appel à projet de l'Agence nationale de la recherche, le laboratoire commun **INCREASE** a pour objectif la création d'un modèle de peau de nouvelle génération, intégrant des cellules immunocompétentes et une vascularisation afin de se rapprocher de la structure et des fonctions physiologiques de la peau. Il associe le Groupe ICARE, leader européen dans la maîtrise de la sécurité des produits de santé depuis plus de 25 ans, et le laboratoire I2CT qui dispose d'une expertise scientifique dans la construction de ce type de modèles de peau.

Immunologie, immunopathologie et chimie thérapeutique

**LaserSurf** est dédié à la texturation laser de grandes surfaces. La texturation est une méthode innovante qui permet de fonctionnaliser des surfaces, c'est à dire d'en modifier les propriétés physiques sans recourir à des produits chimiques de synthèse : mouillabilité, absorption, frottement, propriétés antibactériennes, ouvrant de nombreuses perspectives. Le laboratoire commun, qui a reçu le soutien de l'ANR, traduit la complémentarité entre ICube et la société alsacienne IREPA LASER.

Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie



Texturation laser sur acier. © IREPA LASER - ICube

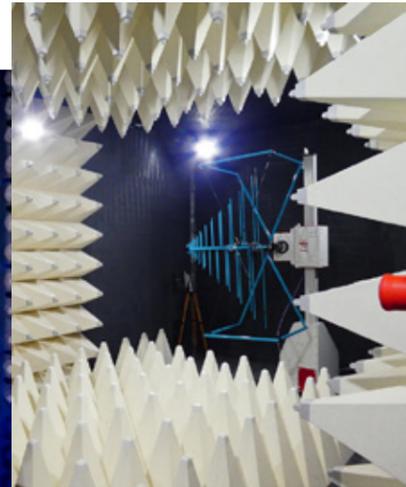
## Collaboration industrielle

**Alcatel-Lucent Enterprise** renforce ses liens avec le laboratoire ICube en mutualisant une cage de Faraday, située sur le campus CNRS de Cronenbourg. L'équipement consiste en une chambre anéchoïque, dont les parois absorbent toutes les ondes électromagnétiques. Elle sert de salle d'expérimentation pour réaliser des mesures électromagnétiques sans aucune perturbation extérieure et permet d'effectuer les tests de normes de compatibilité électromagnétique (CEM).

Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

Vue intérieure de la cage de Faraday.

© O. Fély



## LA PRÉMATURATION, TREMLIN DE L'INNOVATION

L'émergence du SARS-CoV-2, à l'origine de la pandémie de COVID-19, a mis en évidence le manque de médicaments disponibles contre les coronavirus. Une famille de molécules d'origine naturelle dotées d'une activité antivirale *in vitro* contre le SARS-CoV-2 a été identifiée. **CORSYNAT** vise à sélectionner les candidats-médicaments les plus efficaces.

Laboratoire d'innovation moléculaire et applications

Face au vieillissement de la population, l'enjeu est de soigner les pathologies chroniques par des thérapies ciblées sans effets secondaires. Parmi les outils thérapeutiques, les polymères peptidiques présentent un intérêt dans le domaine biomédical. Avec **CERES** il sera possible de contrôler finement leurs compositions et l'adapter aux besoins visés.

Institut Charles Sadron

Destinée aux professionnels de la construction, **Ktirio** est une plateforme cloud de services pour la Simulation Énergétique Dynamique (SED) des bâtiments, construit grâce à des algorithmes nouveaux, un réseau de capteurs déployés à l'intérieur du bâtiment analysé couplé à un jumeau numérique.

Institut de recherche mathématique avancée

**DRIVER** vise à développer de nouvelles solutions pour le contrôle des robots médicaux interagissant avec les tissus mous afin d'atteindre un niveau de réalisme suffisant pour aider les chirurgiens pendant l'opération.

Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

## BrightSwitch

Basées sur un nouveau concept appelé Directed Photooxidation Induced Conversion ou DPIC, consistant à conjuguer un fluorophore avec un aromatique sensible à l'oxygène singulet, de nouvelles sondes fluorescentes photoconvertibles qui changent de couleur sous irradiation lumineuse ont été développées pour des applications en bioimagerie. Ces sondes nommées BrightSwitch viennent compléter les marqueurs de lipides et membrane, LipiBright et MemBright, déjà commercialisées.

Laboratoire de bioimagerie et pathologies

## Challenge Mature your PhD

Lancé par la SATT Conectus avec le soutien des établissements de recherche et les universités d'Alsace, ce challenge ouvre le monde de l'entrepreneuriat aux doctorant(e)s.

Lauréats 2022 : Javid Abdurahim (ICS), Agathe Boos (BSC et CAMB), Nicolas Maguin (ICube), Julien Most (BSC et CAMB).

## Concours d'innovation i-Lab

Il a pour objectif de détecter des projets de création d'entreprises de technologies innovantes.

Deux start-up alsaciennes récompensées : Grand prix | Twinal (ICube), Prix national | Optiive (ICube).

## Concours d'innovation i-PhD

Il vise à récompenser les jeunes chercheurs porteurs de projets entrepreneuriaux mobilisant des technologies de rupture.

Fomcap | Nizami Israfilov (ICPEES et CMC), OptHySource | Théophile Paul (ICube).

# LES RESSOURCES EN 2022

## Échange avec Mathilde Büchler, responsable du pôle Contrats européens et subventions, au service Partenariat et valorisation de la délégation Alsace du CNRS.

**En délégation, comme à tous les échelons du CNRS, le nombre de contrats européens devra augmenter de 25 % d'ici 2023. Qu'est-ce qui motive cet objectif ?**

Il y a d'abord un fort encouragement de l'État à augmenter la performance du CNRS et de l'ensemble de l'ESR français aux différents appels à projets européens. Ensuite, les sommes en jeu ! Pour un jeune chercheur, le montant d'une bourse *starting grant* du Conseil européen de la recherche (ERC) est de l'ordre de 1,5 million d'euros pour un projet de 5 ans. Et, si je fais une estimation, la dotation d'un appel à projet *jeune chercheur* de l'Agence nationale de la recherche (ANR) ne représente, en moyenne, que 300 000 euros pour un projet de 3 à 4 ans. C'est pourquoi nous sommes très fiers d'avoir obtenu 35 % de réussite à l'appel à projet Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) Post-Doctoral Fellowship 2022, la moyenne nationale de réussite n'étant que de 18 %.

### Quels sont vos leviers d'action ?

Le pôle a bénéficié du recrutement de deux ingénieures de projets européens en 2022. Ce renforcement s'inscrit dans la stratégie nationale du CNRS, déclinée localement. Nous proposons, pour les laboratoires gérés par la délégation, une approche personnalisée de réponse aux différents appels à projet.

Ainsi, nous détectons, incitons puis accompagnons les candidats à chaque étape du montage du dossier, y compris aux stades clés des relectures. Quand le projet est accepté, notre accompagnement concerne tous les aspects de gestion, notamment la justification financière.

Pour encourager les chercheurs à répondre aux appels à projet, nous organisons avec nos partenaires de site – Inserm et Unistra – des rencontres, des sessions d'information et de formation. Les matinales ERC sont par exemple l'occasion pour d'anciens lauréats de témoigner et de partager leurs retours d'expériences, à la fois sur des aspects scientifiques et techniques.

Une veille est également maintenue au sein du service pour identifier, entre autres, les différentes opportunités de financement européen.

### Quels conseils donneriez-vous ?

La recherche de financements européens est complexe et compétitive. Un projet européen est généralement présenté deux à trois fois avant d'être accepté. Nous encourageons donc les candidats à dépasser l'auto-censure et à capitaliser sur les retours d'expérience des experts évaluateurs, toujours constructifs du point de vue scientifique. De plus, je recommande de nous solliciter le plus en amont possible avant la clôture de l'appel à projet, de façon à bien se préparer, car chaque type de projet a sa propre philosophie, ses attentes particulières. Notre expertise y répond.

Augmenter le nombre de contrats européens est en définitive un moyen d'accroître l'attractivité du CNRS, y compris au-delà de la zone Europe, et d'aider à la résolution de défis globaux comme la crise climatique.

## HORIZON EUROPE

est le programme-cadre de l'Union Européenne pour la recherche et l'innovation de 2021 à 2027. Il fait suite au Programme Horizon 2020 (2014-2020). Le programme de financement est structuré autour de 3 piliers et d'un pilier transversal. Le CNRS, par les recherches fondamentales qu'il mène, se positionne surtout sur les appels à projet du pilier 1 : science d'excellence.



## La science, un bien commun

Avec le **projet AActus** – Des actions en Alsace pour communiquer, transmettre et unir autour de la science –, la délégation Alsace du CNRS est lauréate de l'appel *Science Avec et Pour la Société* (SAPS) de l'Agence nationale de la recherche. Ce programme, porté par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche, soutient les structures qui construisent un dialogue entre le monde de la recherche et la société. Avec une dotation de l'État accordée pour 3 ans, AActus mettra en lumière par la réalisation d'outils et actions de médiation 27 projets de recherche alsaciens soutenus par l'ANR en 2018 et 2019.

---

TOUS NOS REMERCIEMENTS  
À **PATRICE SOULLIE** POUR SON  
ACTION EN TANT QUE DÉLÉGUÉ  
RÉGIONAL DU CNRS POUR L'ALSACE  
DURANT DEUX MANDATS, DE 2014  
À 2022. BONNE CONTINUATION !

---

## LISTE DES LABORATOIRES AU 01/01/23

### CNRS Biologie

#### Architecture et réactivité de l'ARN

ARN | CNRS

#### Biotechnologie et signalisation cellulaire

BSC | CNRS Unistra

#### Centre d'investigations neurocognitives et neurophysiologiques

CI2N | CNRS Unistra

#### Centre de neurochimie

CNRS

#### Chronobiotron

CNRS Unistra

#### Génétique moléculaire, génomique et microbiologie

GMGM | CNRS Unistra

#### Immunologie, immunopathologie et chimie thérapeutique

I2CT | CNRS

#### Institut de biologie moléculaire et cellulaire

IBMC | CNRS

#### Institut de biologie moléculaire des plantes

IBMP | CNRS

#### Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

IGBMC | CNRS Inserm Unistra

#### Institut des neurosciences cellulaires et intégratives

INCI | CNRS

#### Laboratoire de bioimagerie et pathologies

LBP | CNRS Unistra

#### Laboratoire de neurosciences cognitives et adaptatives

LNCA | CNRS Unistra

#### Modèles insectes de l'immunité innée

M31 | CNRS

#### Plateforme de chimie biologique intégrative de Strasbourg

PCBIS | CNRS Unistra

### CNRS Chimie

#### Chimie de la matière complexe

CMC | CNRS Unistra

#### Fédération de chimie Le Bel

CNRS Unistra

#### Institut Carnot MICA

#### Institut Charles Sadron

ICS | CNRS

#### Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé

ICPEES | CNRS Unistra

#### Institut de chimie de Strasbourg

CNRS Unistra

#### Institut de science des matériaux de Mulhouse

IS2M | CNRS UHA

#### Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires

ISIS | CNRS Unistra

#### Laboratoire de conception et application de molécules bioactives

CAMB | CNRS Unistra

#### Laboratoire d'innovation moléculaire et applications

LIMA | CNRS UHA Unistra

#### Laboratoire d'innovation thérapeutique

LIT | CNRS Unistra

#### Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes

NS3E | ISL Unistra CNRS

### CNRS Sciences humaines & sociales

#### Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée-Europe

Archimède | CNRS Ministère de la Culture et de la communication UHA Unistra INRAP

#### Bureau d'économie théorique et appliquée

BETA | CNRS INRAE Unistra Université de Lorraine AgroParistech UHA

#### Droit, religion, entreprise et société

DRES | CNRS Unistra

#### Laboratoire interdisciplinaire en études culturelles

LinCS | CNRS Unistra

#### Maison interuniversitaire des sciences de l'Homme-Alsace

MISHA | CNRS Unistra UHA

#### Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe

SAGE | CNRS Unistra

### CNRS Terre & Univers

#### École et observatoire des sciences de la Terre

EOST | CNRS Unistra

#### Institut Terre et environnement de Strasbourg

ITES | CNRS Unistra ENGEEES

#### Observatoire astronomique de Strasbourg

ObAS | CNRS Unistra

### CNRS Ingénierie CNRS Sciences informatiques

#### Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

ICube | CNRS Unistra ENGEEES INRIA INSA Strasbourg

### CNRS Nucléaire & Particules

#### Institut pluridisciplinaire Hubert Curien

IPHC | CNRS Unistra UHA

### CNRS Physique

#### Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg

IPCMS | CNRS Unistra

### CNRS Mathématiques

#### Institut de recherche mathématique avancée

IRMA | CNRS Unistra INRIA

### CNRS Écologie & Environnement

#### Laboratoire image, ville, environnement

LIVE | CNRS Unistra ENGEEES

### Moyens communs

#### Délégation régionale Alsace

CNRS

## 2022 une année avec le CNRS en Alsace

est un complément régional au rapport d'activité 2022, *une année avec le CNRS*

Nombre de faits marquants publiés dans cette brochure, résultats ou équipements scientifiques, n'auraient pu voir le jour sans le soutien de l'Union européenne, de la Région Grand Est, de la Communauté européenne d'Alsace, de l'Eurométropole de Strasbourg et de Mulhouse Alsace Agglomération, l'Agence nationale de la recherche, ainsi que de nombreux partenaires académiques, industriels et associatifs.

Qu'ils soient ici remerciés pour leur soutien à l'excellence de la recherche des unités du CNRS en Alsace.

CNRS délégation Alsace  
23 rue du Loess BP20  
67037 Strasbourg cedex 2

www.alsace.cnrs.fr  
CNRS\_Alsace

Direction de la publication  
Direction de la rédaction  
Rédaction en chef  
Comité de rédaction

Antoine Petit  
Géraud Delorme  
Céline Delalex-Bindner  
Dominique Badariotti  
Sandrine Courtin  
Frédéric Dardel  
Pierre-Alain Duc  
Vincente Fortier  
Christian Gauthier  
Jean-François Girard  
Fabrice Heitz  
Frédéric Leroux  
Sylviane Muller  
Jean-Serge Rémy  
Vincent Roucoules  
Guy Zuber

Coordination, rédaction  
Rédaction

Magali Sarazin  
Brigitte Guarnieri  
Marie-Christine Hanf  
Martin Koppe  
Sophie Le Ray  
William Rowe-Pirra  
Marjorie Schmitt  
Olivier Fély  
CNRS

Réalisation, mise en pages  
Conception graphique

Merci à Sandrine Berthault | sandrinephotos-espritnature.fr

Dépôt légal : octobre 2023 - ISSN : 2270-4876



#### La nature source d'inspiration

Les antennes en forme de peigne du Bombyx du murier, un papillon de nuit, ont inspiré les scientifiques pour réaliser un capteur 3D hautement performant. Voir page 24.

**CNRS - DÉLÉGATION ALSACE**

23 rue du Loess - 67037 Strasbourg

[www.alsace.cnrs.fr](http://www.alsace.cnrs.fr)  [@CNRS\\_Alsace](https://twitter.com/CNRS_Alsace)