



**2022**  
UNE ANNÉE  
AVEC LE CNRS  
en Rhône Auvergne



# SOMMAIRE

ÉDITO  
DE LAURENT  
BARBIERI



5

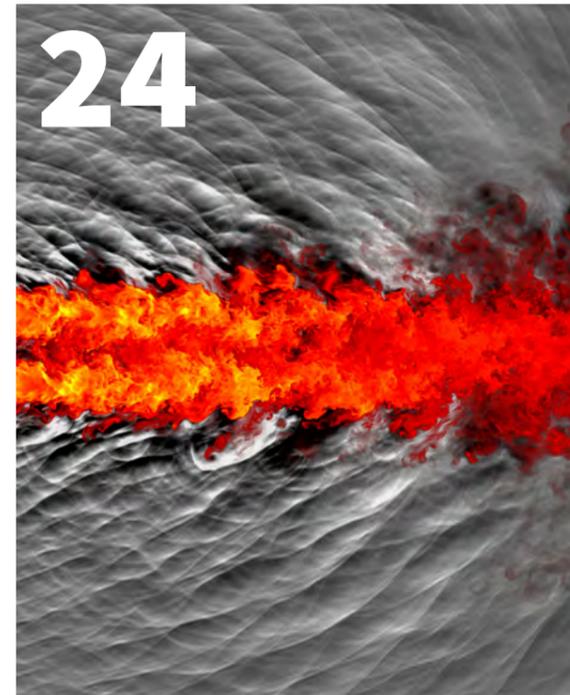
TEMPS FORTS  
2022 EN RHÔNE AUVERGNE



6

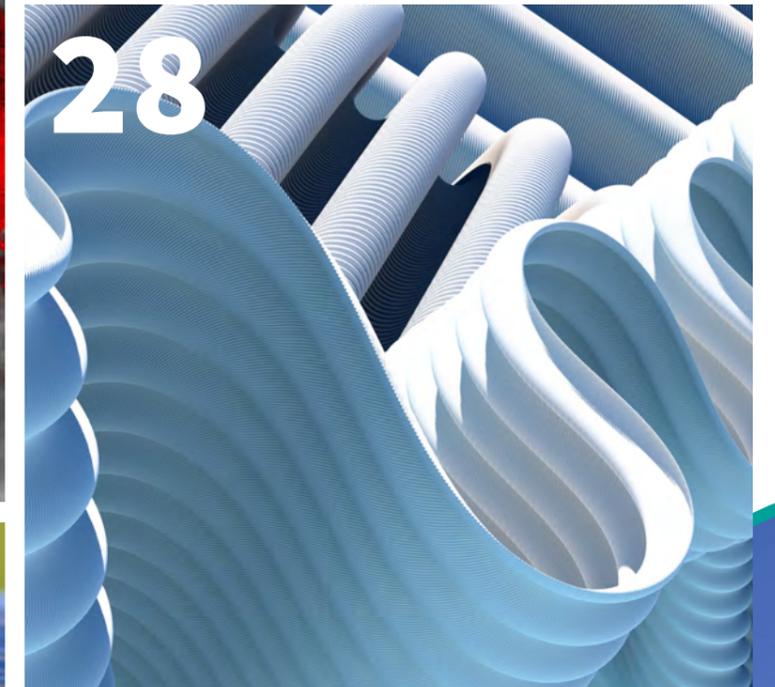
L'INNOVATION

24



LA MÉDIATION

28



4

2022 EN  
CHIFFRES

12

TALENTS &  
DISTINCTIONS

14

LA SCIENCE



32

LISTE DES  
LABORATOIRES

# 2022 EN CHIFFRES

## RECHERCHE

**123** structures opérationnelles de recherche et de service

Dont

**72** unités mixtes de recherche

**29** groupements de recherche

**13** unités d'appui et de recherche

**9** fédérations de recherche

## INNOVATION

**103** start-up

Dont

**8** créées en 2022

**569** familles de brevets actives

Dont

**49** brevets prioritaires déposés en 2022

## RESSOURCES

**288** millions d'euros de budget

Dont

**74** millions d'euros financés sur ressources propres

**2628** agents

Dont

**921** chercheurs

**1002** ingénieurs et techniciens

**705** contractuels non titulaires de droit public

## INTERNATIONAL

**12** International Emerging Actions (IEA)  
dont 5 lancées en 2022

**23** International Research Projects (IRP)  
dont 6 lancés en 2022

**3** International Research Laboratories (IRL)  
dont 1 lancé en 2022



**Laurent Barbieri,**  
délégué régional  
en Rhône Auvergne

© UPS

## ÉDITO

Chères lectrices, chers lecteurs,

Que vous soyez du milieu académique, industriel, socio-économique, politique ou juste curieux de ce que produit notre organisme, j'espère que cette nouvelle édition de « Une année avec le CNRS en Rhône Auvergne » vous permettra de prendre toute la mesure de la dynamique de recherche présente sur notre territoire. Elle alimente notre patrimoine de connaissances, fournit des expertises nécessaires aux prises de décisions, génère des innovations en réponse aux défis qui se présentent à nous, tisse des liens à l'international et s'ouvre à un public le plus large possible pour alimenter le nécessaire pont entre sciences et société.

Le CNRS tient une place particulière en France, et pas seulement de par sa taille et sa production : il est le seul organisme couvrant en même temps tout le territoire national (avec de nombreuses antennes à l'étranger) et tous les domaines scientifiques. Rhône Auvergne en est une déclinaison assez fidèle : nous travaillons avec l'ensemble des établissements d'enseignement supérieur et organismes de recherche publics du territoire, et menons avec eux des recherches de niveau international dans toutes les grandes disciplines. Cette place de « dénominateur commun » dans le paysage de la recherche et de l'innovation est à la fois précieuse et complémentaire. Le volet Recherche de l'important plan de relance de l'état, France 2030, s'appuie d'ailleurs fortement sur la capacité de pilotage du CNRS, et implique un grand nombre de laboratoires de la circonscription régionale.

La recherche est une activité exigeante. Ses résultats, les expertises qu'elle génère et les questions qu'elle soulève sont plus que jamais essentielles pour notre société. Je tiens pour cela à saluer l'implication des chercheurs, chercheuses, ingénieurs et ingénieures, techniciens et techniciennes qui la font avancer. Il serait très difficile de fournir un état exhaustif de toutes les actualités de l'année 2022. Je remercie chaleureusement le comité scientifique qui nous a aidé dans cette démarche.

En vous souhaitant une bonne lecture.

# TEMPS FORTS 2022 EN RHÔNE AUVERGNE

## JANVIER

Piloté par le CNRS, le projet Terra Forma vise à concevoir et déployer, sur des territoires témoins, un réseau dense de capteurs environnementaux open source et à bas coût pour mieux comprendre les changements environnementaux en cours et s'y adapter. Il implique en Auvergne le Laboratoire de physique de Clermont et le Laboratoire microorganismes : génome et environnement.



© Hubert Raguet

## FÉVRIER

Une rencontre avec les scientifiques et ingénieurs qui préparent un « Demain » qui redonne envie de se lever le matin ? C'est l'ambition de « Demain, mais en mieux ! » Les 12 et 13 février, le CNRS a présenté des projets de recherche inspirants, au coeur du nouveau monde entièrement dédié aux sciences créé au sein du festival Yggdrasil, le festival des mondes de l'imaginaire (lire p30).



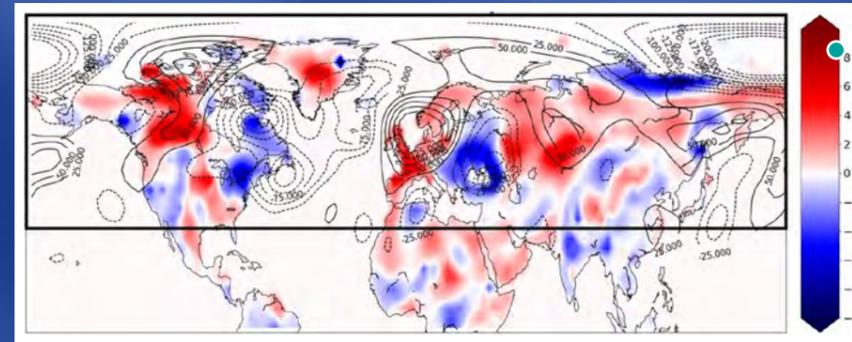
© CNRS Rhône Auvergne

## MARS

Visites de laboratoires, ateliers, conférences, théâtre... Dans les agglomérations lyonnaise et clermontoise, les spécialistes des neurosciences viennent à la rencontre du public à l'occasion de la 24<sup>e</sup> édition de la Semaine du Cerveau.



La conférence « Le cerveau fait son monde : l'illusion de la réalité » est disponible en replay © Capture d'écran YouTube musée des Confluences



Carte de fluctuations de température (couleurs, en Kelvin) et de fluctuations de la hauteur du géopotential à 500 hPa (contours, mètres), dans l'hémisphère nord, dans une simulation par un modèle de climat. © LPENSL

## AVRIL

Création d'un nouveau groupement de recherche (GDR) « Défis théoriques pour les sciences du climat », dédié à une question transversale complexe : comment mieux comprendre, prédire et réduire les incertitudes sur les impacts du changement climatique. Ce GDR est dirigé par Freddy Bouchet, chercheur au Laboratoire de physique de l'ENS de Lyon.

## AVRIL

Inauguration de la salle de diffusion des savoirs de l'observatoire de Lyon à destination notamment du public scolaire.



© Eric Le Roux / Direction de la communication Université Lyon 1

## MAI

Le salon professionnel créé par le CNRS en 2013, Innovatives SHS, illustre la capacité de la recherche en sciences humaines et sociales à répondre aux attentes de la société et à mettre son expertise au service des collectivités territoriales, du monde associatif et des entreprises. Cette 5<sup>e</sup> édition au Campus Condorcet, à Aubervilliers, a mis l'accent sur les services numériques et en particulier ceux utilisant l'intelligence artificielle. Trente projets ont été présentés, dont quatre lyonnais.



© Hubert Raguet

## MAI

La finale nationale du concours « Ma Thèse en 180 secondes » s'est déroulée le 31 mai à la Bourse du travail de Lyon (lire p30).



© MT180 France universités-CNRS, David Pell

## JUIN

Le CNRS lance pour la première fois une Semaine écologie environnement biodiversité du 30 mai au 3 juin, partout en France. Les 1<sup>er</sup> et 2 juin à Lyon, et le 3 juin à Clermont-Ferrand, le CNRS a réuni scientifiques, partenaires et acteurs du territoire autour d'enjeux scientifiques, environnementaux et de société.



## JUIN

Jacques Marteau figure parmi les quatre lauréats de la médaille de l'innovation 2022 du CNRS. La médaille lui a été remise le 16 juin par Sylvie Retailleau, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, au cours d'une cérémonie organisée en marge du salon Vivatech 2022 (lire p10).



De gauche à droite : Denis Spitzer, Céline Vallot, Jacques Marteau, Pierre Nassoy, Sylvie Retailleau et Antoine Petit © CNRS



## JUILLET

Le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche annonce un financement de 13 nouveaux programmes et équipements de recherche prioritaires (PEPR) à hauteur de près de 600M€ dans le cadre de France 2030. Tous sont pilotés ou co-pilotés par le CNRS. Via les PEPR de ce plan de relance, ce sont en tout 3Md€ investis dans des sujets de recherche à fort impact (environnement, santé, numérique, éducation...). Ils impliquent un grand nombre de laboratoires de la circonscription Rhône Auvergne du CNRS.



© Kayn Mercier

## AOÛT

Embarquer avec un ou une scientifique pour une mini-conférence surprise et confidentielle, sous forme de balade en barque sur le lac du Parc de la Tête d'Or à Lyon : c'est ce que propose le CNRS avec les « Conférences embarquées », le dernier samedi d'août depuis 4 ans !

## OCTOBRE

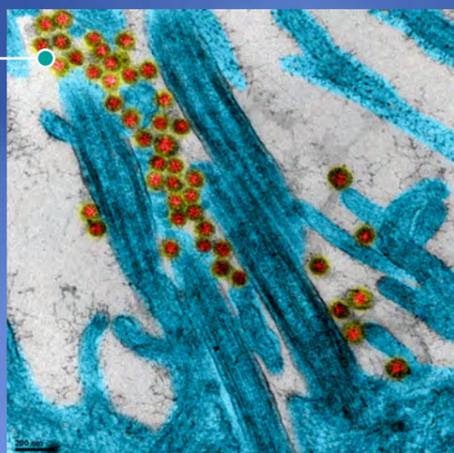
En Rhône Auvergne, la Fête de la Science mobilise toujours autant : une centaine d'animations ont été proposées par plus d'une trentaine de laboratoires. Une participation sur tout le territoire, que ce soit en métropole de Lyon, à Clermont-Ferrand, ou encore à Saint-Étienne.

## OCTOBRE

L'ensemble des bénéficiaires des fonds de la Fondation Bettencourt Schueller se sont rassemblés pour présenter leurs travaux. La Fondation a également visité les équipements de Christophe Grangeasse, lauréat du Prix Bettencourt Coups d'élan 2015 et ceux de Mathilde Guzzo, lauréate ATIP-Avenir 2021, membres du laboratoire Microbiologie moléculaire et biochimie structurale.

## OCTOBRE

Les membres des communautés de l'Université Laval et de l'Université Lyon 1, ainsi que des partenaires du milieu de la recherche, se sont réunis pour souligner la création du projet de recherche international RespiVIR, qui effectue des travaux sur l'origine, le traitement et la prévention des infections virales respiratoires. En France ces travaux sont co-dirigés par l'équipe de Manuel Rosa-Calatrava au Centre international de recherche en infectiologie.



Coronavirus SARS-CoV-2 © M Rosa-Calatrava/O Terrier/A Pizzomo/E Errazuriz-Cerda/N Rosa.C/VirPath/CIRI/SigniaTherapeutics/INSERM/ENSLyon/CIQLE/UCBL1/CNRS

## OCTOBRE

Porté par la Fédération française des usagers de la bicyclette et soutenu par l'ADEME, le label Employeur Pro-Vélo valorise les sites employeurs qui mettent en œuvre des actions pro-vélo ambitieuses. L'Institut de biologie et chimie des protéines et ses deux laboratoires sont fiers d'annoncer leur labellisation niveau Or : ils sont parmi les premiers établissements avec un tel label au niveau national.



CREATIS © Eric Le Roux / Université Claude Bernard Lyon 1

## OCTOBRE

Le laboratoire Matériaux : ingénierie et science et le Centre de recherche en acquisition et traitement de l'image pour la santé ont inauguré trois plateformes sur le campus LyonTech-la Doua : un tomographe haute énergie, une IRM à très haut champ et une plateforme de test de fabricabilité de poudres. Cet investissement de près de 4,3 millions d'euros a été soutenu par l'Etat et la Région.

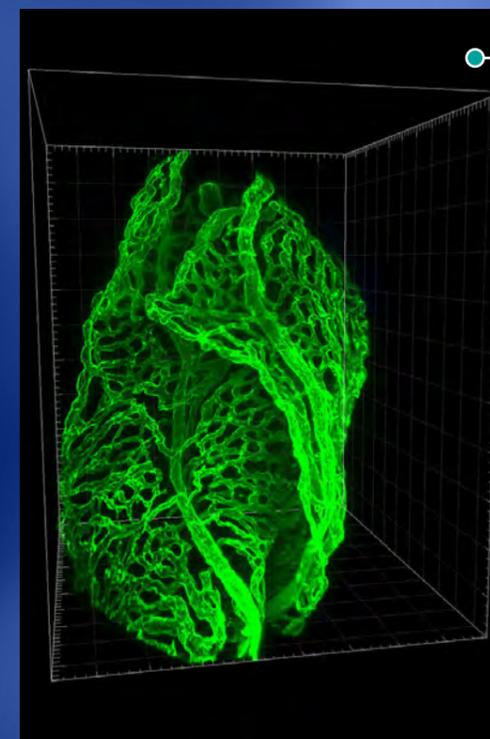


© Capture d'écran YouTube CNRS Rhône Auvergne

## OCTOBRE

Le CNRS Rhône Auvergne se lance sur YouTube ! Sur cette chaîne, retrouvez les recherches menées dans les laboratoires du CNRS en Rhône Auvergne à travers des reportages et des portraits Talents du CNRS ainsi que les événements portés par la délégation Rhône Auvergne. Abonnez-vous !

## NOVEMBRE



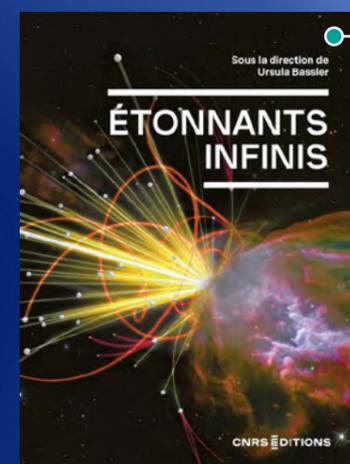
Le chou-chou du cerveau © Sandrine BLONDEL / CRNL / CNRS Photothèque

Parmi les 20 photos lauréates du concours « La preuve par l'image », trois proviennent de laboratoires locaux : *Le chou-chou du cerveau* - Centre de recherche en neurosciences de Lyon, *Plume d'eau* - Institut de génomique fonctionnelle de Lyon (photo de couverture) et *L'infini trouve toujours son chemin* (voir p29) - Institut Camille Jordan.

## NOVEMBRE

Dans le cadre de la Semaine européenne pour l'emploi des personnes handicapées (SEEPH), coordonnée par l'association LADAPT, la délégation régionale a organisé plusieurs événements de sensibilisation au handicap, du recrutement à l'accompagnement d'un agent en situation de handicap.

## NOVEMBRE



L'immensité de notre Univers ne cesse d'intriguer et de stimuler les imaginations. Cet ouvrage implique plusieurs chercheurs de la circonscription : Ana Teixeira et Patrick Chardon du Laboratoire de physique de Clermont, Julien Billard et Jacques Marteau de l'Institut de physique des 2 Infinis.

## NOVEMBRE

En 2022, le CNRS a mis la sécurité au centre de ses activités avec l'année dédiée aux assistantes et assistants de prévention (AP), qui œuvrent chaque jour pour veiller à la sécurité des agents et à la préservation de leur santé. A Lyon, une journée des AP s'est tenu le 21 novembre 2022 à l'amphithéâtre Charles Mérieux de l'ENS de Lyon.

# TALENTS & DISTINCTIONS

© Frédérique Plas / CNRS Photothèque



## MÉDAILLE DE L'INNOVATION

*La médaille de l'innovation honore une recherche exceptionnelle sur le plan technologique, thérapeutique, économique ou sociétal.*

**Jacques Marteau** est physicien des particules à l'Institut de physique des deux infinis de Lyon. « Grâce à une succession de belles rencontres et de hasards », le maître de conférences de l'Université Claude Bernard Lyon 1 a rapidement identifié le potentiel d'une technologie initialement développée pour la recherche fondamentale : le détecteur de muons. Après plusieurs brevets et contrats industriels, Jacques Marteau et son équipe créent en 2021 la startup Muodim qui vise un marché très large autour du contrôle non destructif appliqué par exemple à la sidérurgie, la prospection géophysique ou le génie civil.

## MÉDAILLES DE BRONZE

*La médaille de bronze récompense les premiers travaux d'un chercheur ou d'une chercheuse prometteur dans son domaine.*

**Clément Camp** est chercheur en chimie, spécialiste de la catalyse au laboratoire Catalyse, polymérisation, procédés et matériaux.

**Marianne Métois** est géophysicienne spécialiste de la déformation de la croûte terrestre associée aux séismes au Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes, environnement.

**Aurèle Piazza** est chercheur en biologie moléculaire, spécialiste des mécanismes de recombinaison de l'ADN et responsable de l'équipe Mécanique du génome au Laboratoire de biologie et modélisation de la cellule.

**Sarah Porteboeuf Houssais** est maître de conférences en physique, spécialiste des collisions particules et ions lourds à hautes énergies au sein du Laboratoire de physique de Clermont.

**Lucile Savary** est chercheuse en physique et théoricienne de la matière condensée au Laboratoire de physique de l'École normale supérieure de Lyon.



Clément Camp  
© Laurent Veyre



Marianne Métois  
© Matthieu Martin



Aurèle Piazza  
© Noémie Guitter



Sarah Porteboeuf  
Houssais  
© CERN



Lucile Savary  
© Brice Saint-Michel

## MÉDAILLE DE CRISTAL

*La médaille de cristal distingue des femmes et des hommes, personnels d'appui à la recherche.*



© Judit Szecsi

**Frédérique Rozier** est ingénieure en technique biologique à l'unité de Reproduction et développement des plantes.

## CRISTAL COLLECTIF

*Le cristal collectif récompense des équipes de femmes et d'hommes, personnels d'appui à la recherche pour leur projet collectif innovant ou technique remarquable.*

**Les miroirs parfaits de la recherche d'ondes gravitationnelles**

**Eléonore Barthélémy-Mazot, Matthieu Coulon, Danièle Forest, Massimo Granata, David Hofman, Bernard Lagrange, Lorenzo Meréni, Christophe Michel, Laurent Pinard, Benoit Sassolas, Julien Teillon** sont tous membres du Laboratoire des matériaux avancés de l'Institut de physique des deux infinis de Lyon. Les miroirs réalisés équipent les interféromètres du monde entier qui traquent les infimes tremblements de l'Univers : les ondes gravitationnelles. Depuis près de 20 ans, ces ingénieurs et techniciens sont parvenus à les doter de performances optiques frôlant la perfection.

**Ecosystème numérique MASA**

**Laure Bézard et Miled Rousset** sont membres de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux. **Bruno Morandière** est chargé de mission auprès des Écoles françaises à l'étranger. Ils font partie du projet collectif sur l'écosystème numérique Mémoires des archéologues et des sites archéologiques (MASA) qui vise à offrir à la communauté scientifique une infrastructure de partage et d'archivage des données ancrée dans la dynamique de la science ouverte.

© Cyril Frésillon / CNRS Photothèque



## MÉDAILLE DE LA MÉDIATION SCIENTIFIQUE

*La médaille de la médiation scientifique récompense des équipes de femmes et d'hommes, personnels d'appui à la recherche, pour leur action, ponctuelle ou pérenne, personnelle ou collective, mettant la science en valeur au sein de la société.*

Étienne Ghys est directeur de recherche émérite au CNRS au sein de l'Unité de mathématiques pures et appliquées et secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences depuis 2019. Il a fortement contribué à développer la diffusion des mathématiques en France. Livres grand public, films à utiliser en classe par les enseignants, livre audio dédié aux malvoyants, pilotage de l'Année des mathématiques, site web, conférences, passage dans les médias... Le chercheur varie autant les supports que les publics et les sujets.

## FINANCEMENTS ERC

*Les bourses ERC pour European research council, encouragent la recherche de très haute qualité via un financement important, en particulier les recherches exploratoires dans toutes les disciplines sur la base de l'excellence scientifique. Elles sont attribuées à une chercheuse ou un chercheur individuellement, pour lui permettre de développer son travail à l'endroit et avec l'équipe de son choix. En 2022, cinq chercheurs CNRS lyonnais ont décroché cette aide précieuse.*

Le projet d'**Ashley Shade** vise à résoudre les mécanismes de sauvetage du microbiome pour promouvoir la résilience au changement climatique.

Laboratoire Ampère

A partir d'une approche paléocéologique, **Catherine Larose** propose de déchiffrer l'impact des métaux lourds sur la propagation de la résistance aux antibiotiques dans l'environnement.

Laboratoire Ampère

**Teva Vernoux**, cherche à comprendre comment les cellules donnent le tempo de la construction rythmique de la tige chez les plantes.

Laboratoire Reproduction et développement des plantes

Le projet de **Gilles Mithieux** s'intéresse à la néoglucogenèse intestinale, nouveau régulateur de l'homéostasie énergétique.

Laboratoire Nutrition, diabète et cerveau

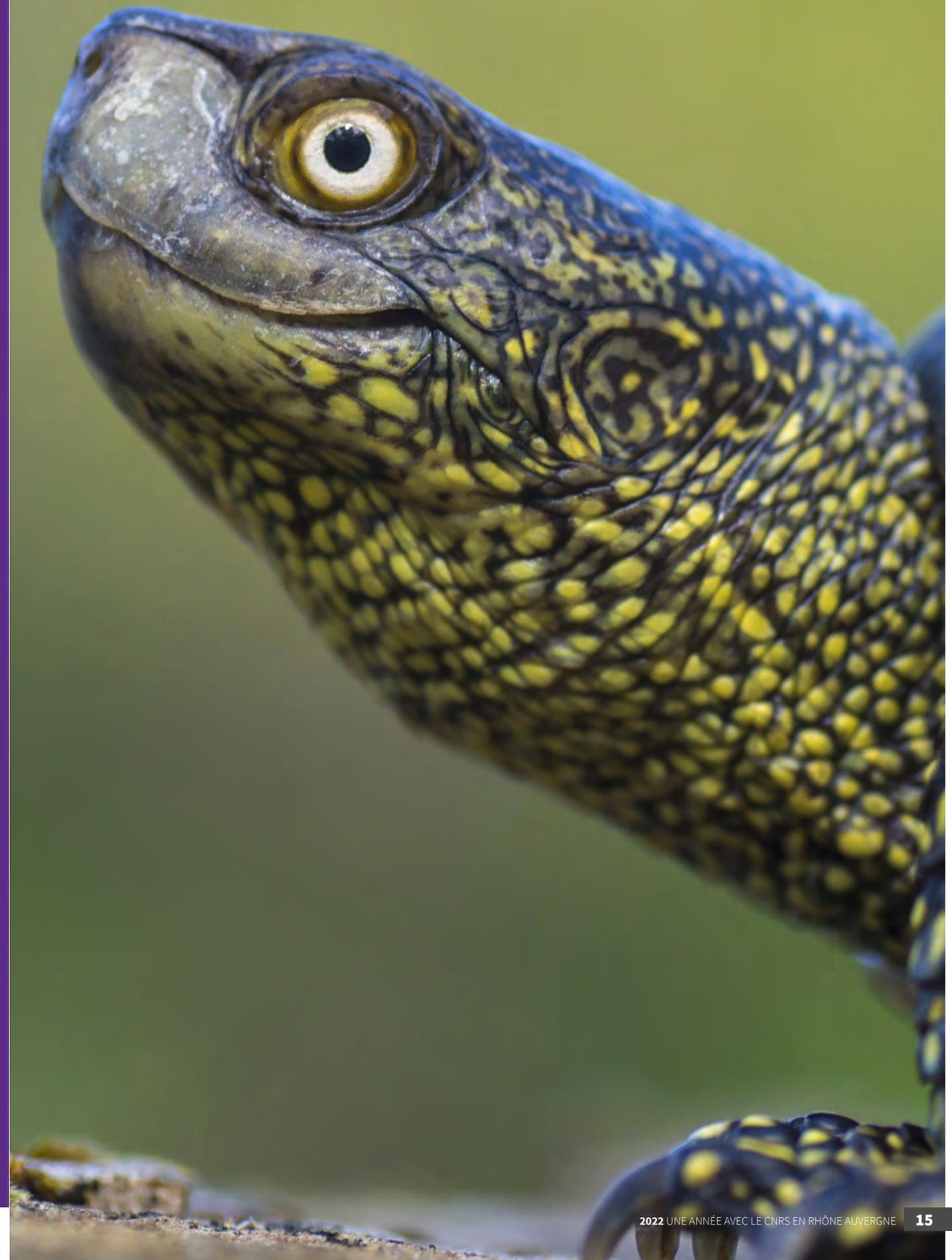
L'objectif du projet d'**Angela Sirigu** est de comprendre comment notre cerveau intègre la géométrie et le territoire.

Institut des sciences cognitives Marc Jeannerod

# LA SCIENCE EN 2022

Changement climatique, inégalités éducatives, intelligence artificielle, santé et environnement, territoires du futur et transition énergétique : le CNRS met à profit le large spectre de ses thématiques scientifiques et son savoir-faire dans l'interdisciplinarité pour relever ces six défis sociétaux et plus largement pour comprendre le monde qui nous entoure. Découvrez la richesse de l'actualité scientifique des laboratoires en Rhône Auvergne autour de cinq grandes thématiques : « Vivant », « Sociétés », « Ingénierie et numérique », « Matière et particules », « Planète et Univers ».

Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*), l'une des espèces de reptiles présentant un taux de vieillissement négligeable. © Matthieu Berroneau



## VIVANT

Le vivant regorge de trésors fascinants, du parfum d'une fleur aux capacités extraordinaires des animaux, en passant par les virus et notre propre cerveau, une incroyable diversité émerge des mêmes mécanismes complexes. Leur compréhension ouvre alors la voie à de nombreuses avancées.

### Comment les chauves-souris parviennent-elles à héberger de nombreux virus sans développer de symptômes ?

Les chauves-souris peuvent être porteuses d'une multitude de virus, pathogènes pour la plupart des mammifères, mais qui ne déclenchent chez elles aucun symptôme. Pour mieux appréhender la transmission des virus entre espèces hôtes, des scientifiques ont cherché à comprendre cette spécificité. Il en résulte qu'une des clés de ce mystère réside dans le nombre de copies du gène PKR, qui participe à la réponse immunitaire contre les virus. Alors que la majorité des mammifères ne possèdent qu'une seule copie de ce gène, certaines chauves-souris en ont plusieurs. Autant de copies qui ont permis à l'animal de diversifier son répertoire antiviral, et ainsi de faire face à une grande diversité de virus. En intégrant des données issues du terrain, de la génétique, de la virologie et de la biologie moléculaire et cellulaire, les chercheurs et les chercheuses sont parvenus à retracer l'histoire évolutive du gène PKR et ont pu analyser, sur le plan moléculaire, les adaptations acquises suite aux épidémies passées et leur impact sur les chauves-souris et les virus actuels.

Science Advances, le 23 novembre 2022 | Centre international de recherche en infectiologie et Laboratoire de biométrie et biologie évolutive



Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*), l'une des espèces de reptiles considérées dans l'étude présentant un taux de vieillissement négligeable. © Matthieu Berroneau

**Faut-il avoir du sang froid pour vivre plus longtemps ? Une équipe internationale a montré que les vertébrés à sang froid présentent une grande variabilité de leur vitesse de vieillissement et que de nombreuses espèces (salamandres, tortues) ont un vieillissement très ralenti.**

Laboratoire de biométrie et biologie évolutive et Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés

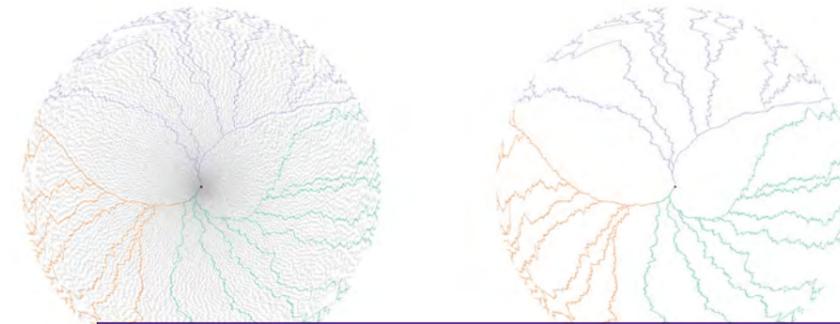
**Le hasard fait bien les choses ! Nous sommes tous issus d'une cellule unique qui se multiplie en cellules identiques, lesquelles se différencient en cellule de peau, de cœur ou autre. Une étude montre que le hasard est un mécanisme dans le choix du destin cellulaire.**

Institut de Génétique reproduction et développement

### Mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à la maladie d'Alzheimer

L'amyloïde- $\beta$  ( $A\beta$ ) joue un rôle clé dans l'apparition de la maladie d'Alzheimer, pour laquelle il n'existe toujours pas de traitement curatif. Comprendre la formation des fibrilles amyloïdes néfastes pour le système nerveux central est capital pour trouver de nouvelles pistes thérapeutiques. Pour ce faire, des chercheurs et chercheuses ont développé de nouvelles techniques d'analyse structurale, ouvrant des possibilités inédites de caractérisation à l'échelle atomique, sur de très petites quantités d'échantillons.

PNAS, le 30 décembre 2021 | Centre de RMN à très hauts champs de Lyon



Représentation schématique de l'arbre du vivant. Le centre du cercle représente l'origine de la vie, la périphérie le temps présent. Les lignes en gris représentent les lignées menant aux espèces fantômes. © Damien M. de Vienne et Wandrille Duchmemin, licence CC-BY-NC.

### Histoire évolutive : n'oublions pas les espèces fantômes !

Les espèces fantômes désignent l'ensemble des espèces inconnues, qu'elles soient éteintes ou vivantes. Elles représentent la vaste majorité des espèces. La plupart des flux de gènes détectés sur un ensemble choisi d'espèces connues sont donc susceptibles de provenir d'espèces fantômes. Si cette donnée n'est pas prise en compte, ce qui est généralement le cas, des erreurs d'interprétation importantes dans la reconstitution d'événements évolutifs peuvent survenir. Il apparaît donc crucial de définir un nouveau cadre d'interprétation incluant les espèces fantômes dans les études en biologie évolutive.

PLOS Biology, le 14 septembre 2022 | Laboratoire de biométrie et biologie évolutive



Le crustacé *Parhyale hawaiiensis*. L'animal du bas a des membres amputés qui vont régénérer. © Vincent Moncorgé

### Comment certains animaux parviennent-ils à régénérer des parties de leurs corps ?

Si tous les animaux se forment au cours de leur développement embryonnaire, seules certaines espèces ont la capacité de régénérer des parties de leur corps une fois adultes. Réutilisent-elles le programme génétique déjà utilisé au cours du développement de l'embryon pour y parvenir ? Des scientifiques ont montré que la patte d'un petit crustacé se régénère en utilisant les mêmes gènes que pendant le développement, mais pas dans le même ordre. Aussi, la régénération ne serait pas une simple répétition du développement et la même partie du corps pourrait être formée de plusieurs façons.

PNAS, le 13 juillet 2022 | Institut de génomique fonctionnelle de Lyon

### D'anciens virus responsables du parfum des roses

Le parfum des roses serait dû à une suite de hasards qui auraient conduit des virus à changer la fonction d'un gène particulier, responsable du parfum typique des roses. C'est la découverte faite par des scientifiques qui ont retracé l'origine évolutive du rôle de l'enzyme NUDX dans la synthèse du parfum des roses. Ils ont montré qu'elle est apparue chez les rosiers sauvages, suite à une série de duplications du gène NUDX1. Des transposons, qui sont d'anciens virus, sont responsables de ces sauts dans le génome et de l'expression de NUDX1 dans les pétales.

Molecular Biology and Evolution, le 12 janvier 2022 | Laboratoire de biotechnologies végétales appliquées aux plantes aromatiques et médicinales

**L'intensité de la douleur est contrôlée par notre horloge circadienne interne. Elle oscille sur 24 h avec un pic la nuit et un creux dans l'après-midi. Cette découverte pourrait aboutir à une approche chronobiologique pour le traitement de la douleur.**

Centre de recherche en neurosciences de Lyon

**A 4 mois, les bébés organisent déjà les objets en deux catégories : animés et inanimés. Les humains naissent donc prédisposés à représenter certaines catégories d'objets pour mieux raisonner sur le monde qui les entoure.**

Institut des sciences cognitives - Marc Jeannerod

## SOCIÉTÉS

**Notre comportement en société est régi par des interactions complexes entre acquis et inné, individuel et universel. Les sciences humaines et sociales nous permettent de mieux comprendre nos semblables pour, peut-être, mieux vivre en société.**

### Quel est le sens de nos pleurs, rires et gémissements ?

Cris, rires, hurlements, gémissements, grognements... Si les êtres humains ont appris à parler pour échanger avec leurs pairs, ils n'ont jamais abandonné les signaux vocaux plus primitifs, qu'ils partagent avec d'autres animaux. Omniprésents dans les interactions sociales humaines à travers diverses cultures, ces signaux vocaux pourraient représenter un chaînon manquant entre les vocalisations relativement fixes des animaux et la parole humaine très flexible. Il existerait donc un système de communication vocale non verbale partagé par tous les mammifères. A l'inverse des autres animaux, l'homme a cependant appris à manipuler ces vocalisations de manière flexible, du rire conversationnel aux faux gémissements de plaisir. Berceau du contrôle vocal, ces vocalisations humaines pourraient constituer un précurseur de l'articulation de la parole humaine.

En parallèle, une autre étude a mis en lumière que pour décrypter correctement le sens des pleurs d'un bébé, il faut s'être déjà occupé de bébés, en tant que parent ou professionnel.

**Ethology Ecology & Evolution**, le 3 février 2022 | Laboratoire Dynamique du langage de Lyon  
**Current Biology**, le 8 août 2022 | Centre de recherche en neurosciences de Lyon

### Droit d'asile : comment les réfugiés s'adaptent aux différentes politiques de l'UE

A l'exception de la crise ukrainienne, les pays de l'Union Européenne manquent généralement de coordination en matière de droit d'asile. L'analyse des données Eurostat indique que les choix des demandeurs répondent aux différentes politiques mises en place par les pays européens. Un temps de traitement plus long réduit le nombre de demandes reçues.

**Regional Science and Urban Economics**, le 1<sup>er</sup> juin 2022 | Centre d'études et de recherches sur le développement international



Vue aérienne d'un kite dans la région de Khaybar, au nord-ouest de l'Arabie saoudite. © Diaa Albukaai, Kévin Guadagnini, Khaybar Longue Durée Archaeological Project, RCU-Afalula-CNRS

### De gigantesques pièges à animaux préhistoriques livrent leurs secrets

Vues du ciel, ces structures ressemblent à des cerfs-volants d'antan. C'est pourquoi on les appelle des « desert kites ». Il s'agit en fait d'anciens pièges : les animaux étaient conduits le long de murs de pierre convergents sur des centaines de mètres jusqu'à des fosses cachées. Retrouvés au Moyen-Orient, les plus anciens kites datent de 7 000 ans avant notre ère. De récentes recherches démontrent que ces pièges étaient utilisés pour la chasse, et non la domestication.

**Journal of World Prehistory & Journal of Archaeological Science: Reports**, le 1<sup>er</sup> mars 2022 | Archéorient

### Sens de l'orientation.

**Selon que l'on ait grandi en milieu rural, dans une ville complexe ou quadrillée, on se repère plus ou moins bien à l'âge adulte. Des résultats obtenus en comparant les performances de 400 000 personnes originaires de 38 pays différents, ayant joué au même jeu vidéo.**

Laboratoire d'informatique en images et systèmes d'information

**La peste noire, moins mortelle que ce que l'on croyait. En étudiant des grains de pollens archivés dans les sédiments lacustres, une équipe montre que si certaines régions ont été fortement impactées entre 1347 et 1352, d'autres ont été préservées puisqu'elles présentent une continuité agricole ininterrompue.**

Laboratoire de géographie physique et environnementale

## INGÉNIERIE ET NUMÉRIQUE

**Le progrès technologique nous offre de nouveaux outils nous permettant de mieux récolter, visualiser et analyser des données. Ces nouvelles technologies sont omniprésentes et peuvent changer jusqu'à la prise en charge de maladies.**

### Vers une automatisation de la réalité augmentée en chirurgie hépatique ?

La localisation des tumeurs internes au foie est extrêmement difficile, notamment lors des interventions mini-invasives par coelioscopie ou assistance robotisée. La vision par ordinateur permet, grâce à la réalité augmentée, de guider le geste chirurgical en utilisant l'imagerie scanographique préopératoire. Jusqu'à présent, la mise en place de la réalité augmentée nécessitait l'intervention du chirurgien, qui devait annoter les points de repère et la silhouette du foie, pour fournir un recalage initial. Ce mode de fonctionnement empêchait l'utilisation de la réalité augmentée en routine clinique. Pour pallier ce problème, les chercheurs ont proposé un nouvel algorithme permettant d'obtenir automatiquement un guidage tout aussi précis. Cet algorithme utilise de nouveaux repères anatomiques et met en œuvre une technique inédite d'optimisation numérique robuste. Il s'agit d'une avancée majeure vers la généralisation clinique.

**The International Journal for Computer Assisted Radiology and Surgery**, le 1<sup>er</sup> août 2022 | Institut Pascal

### Une horloge de grande précision pour le HL-LHC

Des ingénieurs en micro-électronique ont mis au point deux générateurs d'horloge de très haute précision. Ces composants serviront à battre la mesure dans les détecteurs du futur collisionneur haute luminosité du CERN (HL-LHC), afin de chronométrer à 2 picosecondes près le moindre événement qui s'y produira. Cette 4<sup>e</sup> dimension temporelle améliorera la précision et la qualité des mesures, tout en diminuant le flot de données à traiter.

**Journal of Instrumentation**, le 13 mai 2022 | Institut de physique des 2 infinis de Lyon et Laboratoire de physique de Clermont



**Un brevet déposé pour un lubrifiant adapté à l'air comme au vide. Du fait des contraintes extrêmes, aucun lubrifiant solide n'était capable de protéger les mécanismes spatiaux sur Terre ET dans l'espace. C'est désormais chose faite.**

Laboratoire de mécanique des contacts et des structures

Vue d'artiste du lubrifiant solide pour les mécanismes spatiaux. © Serles et al.

**Irradiation par laser ultrabref. Des scientifiques ont mis au point un nouveau procédé permettant d'améliorer les propriétés de surface d'un matériau à l'échelle nanométrique. Ces travaux élargissent les possibilités applicatives en nanotechnologie, notamment en biochimie, biomédecine et énergies renouvelables.**

Laboratoire Hubert Curien

### Gynécologie : la toxicité des implants Essure® désormais prouvée

Lancé en 2002, ce dispositif médical était présenté comme une alternative non invasive à la ligature des trompes. Troubles du système nerveux, cardiovasculaires, endocriniens, TMS... L'implant a cependant causé des effets indésirables invalidants à plusieurs milliers de patientes, avant d'être retiré de la vente en 2017. Une équipe vient de prouver que l'étain utilisé pour la soudure de l'implant avait intoxiqué leurs organismes. Le résultat de ces recherches a déjà aidé les victimes américaines à faire reconnaître par la justice le préjudice subi.

**Journal of Trace Elements in Medicine in Biology**, le 1<sup>er</sup> janvier 2022 | Laboratoire de mécanique des contacts et des structures, Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon et Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement

## MATIÈRE ET PARTICULES

*Que ce soit à l'échelle subatomique, moléculaire ou à notre propre échelle, les scientifiques étudient la matière pour mieux la comprendre, mais aussi pour améliorer l'usage qui en est fait, voire pour faire émerger des innovations de rupture.*

### Transformer le CO<sub>2</sub> en molécule plus vertueuse grâce à la lumière

A l'heure du réchauffement climatique, il apparaît urgent de réduire les gaz à effet de serre tout en développant les énergies renouvelables. La découverte de nouveaux catalyseurs, capables de transformer à moindre coût un déchet en produit à valeur ajoutée, par des chercheurs de Lyon et de Kyoto, vient répondre à ce double objectif. Les scientifiques sont ainsi parvenus à synthétiser un catalyseur moléculaire capable de transformer le CO<sub>2</sub> en molécules hautement valorisables, telles que le monoxyde de carbone ou l'acide formique. Le tout, en utilisant seulement la lumière du soleil comme source d'énergie ! Baptisés « MOP » pour Metal-Organic Polyhedra, ces catalyseurs produisent près de 3 g d'acide formique par gramme de catalyseur et par heure, surpassant la productivité de tous leurs prédécesseurs. Facile à transporter sous forme liquide, l'acide formique est particulièrement intéressant pour son utilisation dans les piles à combustible, pour le stockage d'hydrogène.

*J. Am. Chem. Soc.*, le 28 mars 2022 | Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon

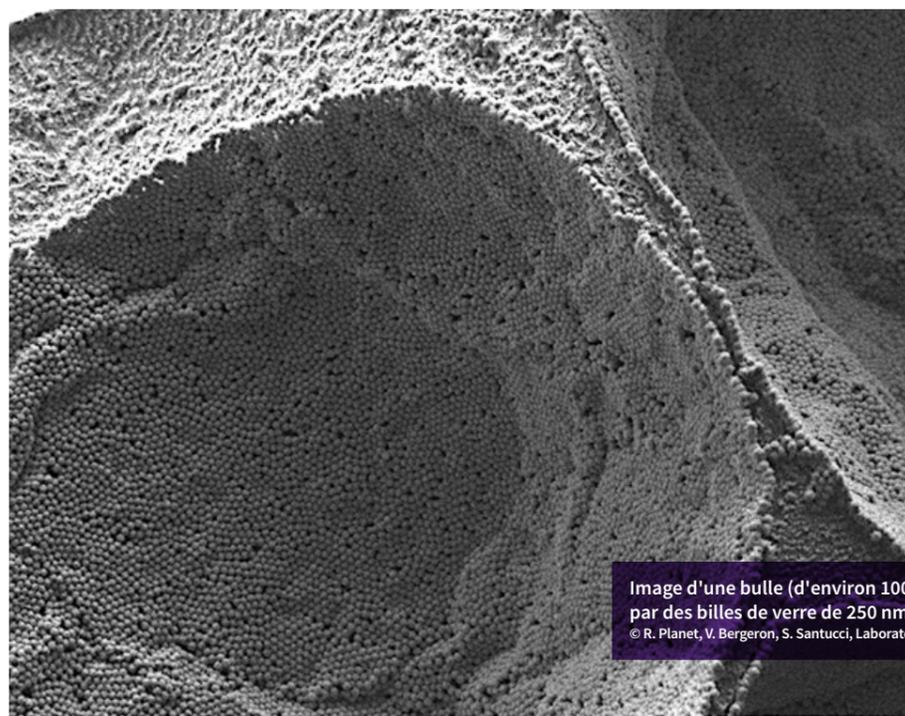


Image d'une bulle (d'environ 100 microns de diamètre) encapsulée par des billes de verre de 250 nm de diamètre.

© R. Planet, V. Bergeron, S. Santucci, Laboratoire de physique ENS de Lyon

**Des bulles plus résistantes.** Des physiciens ont conçu une méthode simple et originale d'encapsulation de bulles qui leur assure une grande longévité. De nombreuses applications industrielles pourraient découler de ces travaux.

Laboratoire de physique de l'ENS de Lyon

### Des nano-sondes brillantes pour une localisation super-résolue de protéines

Pour mieux comprendre les mécanismes du vivant, nous avons besoin d'étudier les fonctions des protéines au niveau cellulaire. Technologie récente, la microscopie de super-résolution est un outil idéal pour y parvenir. A ce sujet, une collaboration transdisciplinaire a permis de développer une sonde permettant de localiser la nucléoline, une protéine multifonctionnelle impliquée dans certains cancers, avec une précision 10 fois supérieure à la technique traditionnelle.

*Biomacromolecules*, le 12 mai 2022 | Ingénierie des matériaux polymères et Centre de recherche en cancérologie de Lyon

**Transformer le plus puissant gaz à effet de serre en composés d'intérêt.** Des chercheurs ont mis au point une technique pour valoriser l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>), afin de générer des composés à haute valeur ajoutée, très recherchés dans l'industrie agrochimique et pharmaceutique.

Institut de chimie moléculaires et supramoléculaires

### Vers une meilleure description quantique de l'eau

Pouvoir décrire au niveau quantique des molécules en interaction nécessite des calculs hautement complexes. Heureusement, l'augmentation continue de la puissance des ordinateurs permet de repousser peu à peu les limites de nos connaissances. Grâce à une importante campagne de simulations quantiques, des physiciennes et des physiciens ont réussi à reproduire sur une gamme étendue de températures des grandeurs dynamiques de l'eau liquide, telles que la diffusion et la viscosité. Des travaux cruciaux pour mieux comprendre les écoulements nanofluidiques.

*PNAS*, le 19 mai 2022 | Institut lumière matière

### De nouvelles pistes pour rafraîchir les îlots de chaleur urbains

Les chaussées en béton drainant permettent de faire baisser la température des villes, grâce au phénomène d'évaporation. Problème : pour que ce refroidissement opère, il faut de l'eau. Sans eau, par temps chaud et sec, le béton drainant se révèle en effet plus chaud que le béton conventionnel. Pour réduire la température maximale de ce béton, des scientifiques ont déterminé qu'il fallait utiliser des granulats plus fins et de couleur plus claire (pour augmenter l'albédo), présentant une conductivité thermique élevée.

*Construction and Building Materials*, le 22 août 2022 | Institut Pascal

**Management de la lumière.** Des chercheurs évaluent les stratégies de management de la lumière des cellules solaires photovoltaïques à pérovskite et proposent de nouvelles stratégies pour booster leurs performances. De tels matériaux seront très prochainement utilisés dans des cellules silicium commerciales.

Institut des nanotechnologies de Lyon



« Gaz granulaire » représentant les atomes dans le cadre d'une expérience du Démon de Maxwell © Antoine Naert, ENS de Lyon

### Démon de Maxwell : quand une expérience de pensée du XIX<sup>ème</sup> siècle prend forme

Est-il possible de créer un mouvement perpétuel ? La réponse est non, bien sûr, mais l'explication est délicate, et a longtemps agité les physiciens. Pour mettre à l'épreuve ce principe, tout en amenant la notion d'atome, une expérience de pensée avait été imaginée : « Le Démon de Maxwell ». Longtemps théorique, ce paradoxe a pu être réalisé pour la première fois à l'échelle macroscopique. Ce dispositif, qui extrait de l'énergie de fluctuations désordonnées sans violer le principe de conservation de l'énergie, permet d'explorer quantitativement tous les aspects du fonctionnement du Démon de Maxwell (chaleur, travail, information).

*Physical Review Letters*, le 22 septembre 2022 | Laboratoire de physique de l'ENS de Lyon

**Nouveau tour de piste pour le LHC.** Plusieurs records ont été battus lors du run 3 du collisionneur géant de particules du Cern, apportant aux expériences une précision inédite et un potentiel de découverte incomparable.

Centre de calcul de l'IN2P3, Institut de physique des 2 infinis de Lyon et Laboratoire de physique de Clermont

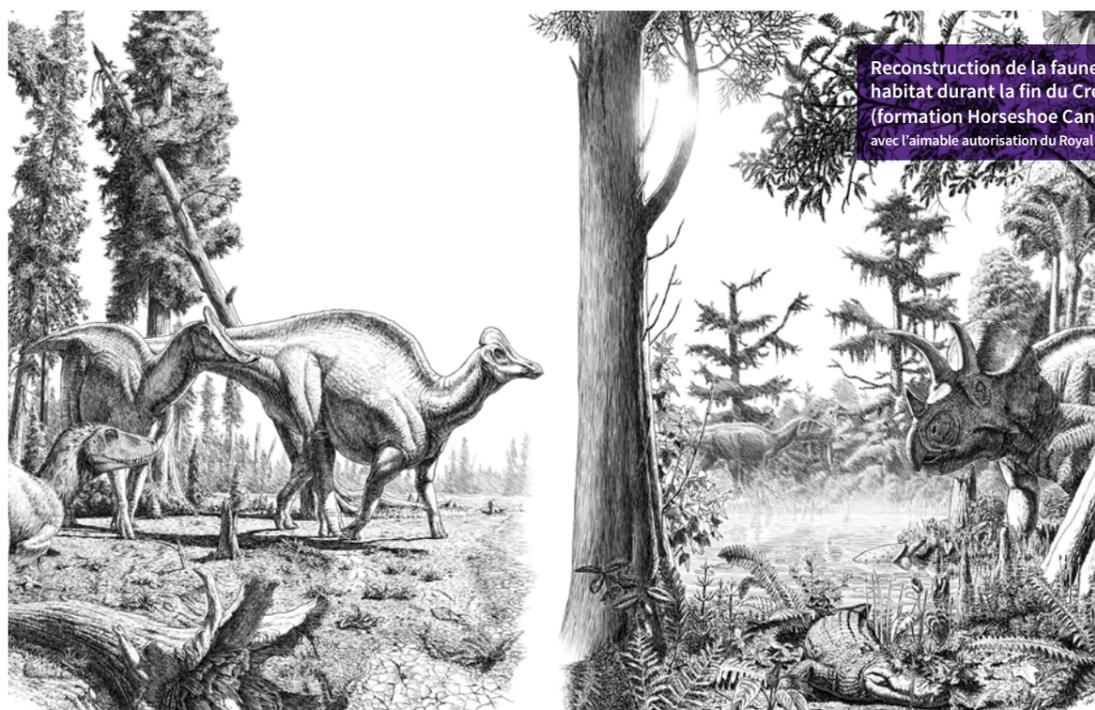
**Contrôler les formes à l'échelle du nanomètre.**

Des clusters, assemblages d'atomes ou de nanoparticules, peuvent fluctuer sous l'effet de l'agitation thermique. En exploitant ces fluctuations, il est possible d'obtenir une forme souhaitée, ce qui ouvre de nouvelles pistes pour les nanotechnologies.

Institut lumière matière

## PLANÈTE ET UNIVERS

Des cycles insoupçonnés du centre de la Terre aux étoiles les plus lointaines, l'Univers reste aussi mystérieux qu'époustoufflant. L'Homme fait partie intégrante de ce monde interconnecté qui se révèle petit à petit à la science.



Reconstruction de la faune dinosaurienne et de son habitat durant la fin du Crétacé en Alberta, Canada (formation Horseshoe Canyon) © Illustration de Julius Csotonyi, avec l'aimable autorisation du Royal Tyrrell Museum of Palaeontology

### Extinction des dinosaures : de nouvelles méthodes géochimiques à explorer

Les dinosaures ont-ils connu un lent déclin ou sont-ils morts brutalement à la fin du Crétacé ? Il y a débat. En effet, si l'on sait que les dinosaures non-aviens, c'est-à-dire le groupe n'incluant pas les oiseaux, se sont éteints il y a environ 66 millions d'années, nous ne savons pas si cette communauté était stable avant son extinction. Pour aider les paléontologues à y voir plus clair, des chercheurs proposent une nouvelle approche. Cette dernière consiste à analyser les compositions isotopiques, telles que le calcium, dans les réseaux trophiques anciens, c'est-à-dire l'ensemble des relations alimentaires entre espèces au sein d'un écosystème. Réalisée sur trois assemblages de dinosaures de la fin du Crétacé, cette étude tend à mettre en évidence une alimentation monotone. Ces résultats apportent une nouvelle manière d'interpréter les habitudes alimentaires dans les réseaux trophiques anciens, questionnant la stabilité des communautés de dinosaures avant leur extinction.

*Bulletin of the Geological Society of America*, le 10 mars 2022 | Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement

### Une rencontre qui fait des étincelles

Pour la première fois depuis plus de dix ans, des scientifiques du CNRS ont participé à l'observation d'un phénomène très rare, émanant de la rencontre entre une étoile et un trou noir supermassif. Lorsqu'un tel événement se produit, la force de gravité déchire l'étoile : la matière qui la compose est disloquée, puis tourne très vite avant d'être engloutie par le trou noir. Exceptionnellement, il arrive alors que ce dernier émette des jets de matière voyageant à une vitesse proche de la lumière. C'est justement cette émission que les équipes ont pu observer.

*Nature*, le 30 novembre 2022 | Institut de physique des 2 infinis de Lyon



Image de AT2022cmc © Carl Knox - OzGrav, ARC Centre of Excellence for Gravitational Wave Discovery, Swinburne University of Technology



© M. Kommerer, ESA/NASA

### La composition de la Terre a été modifiée par les collisions lors de sa formation

Vestiges de la formation du système solaire, les météorites sont une mine d'informations pour comprendre les processus précoces de différenciation des planètes. En analysant la composition de météorites primitives et de météorites provenant de proto-planètes, des scientifiques ont montré que les premières planètes ont été différenciées au cours du premier million d'années du système solaire. Les croûtes formées en surface ont ensuite été détruites lors de collisions entre proto-planètes. Aussi, entre 4 et 20 % de la masse de la Terre aurait été perdue lors de sa formation.

*Science*, le 30 septembre 2022 | Laboratoire magmas et volcans

### Premières surprises géologiques sur la planète Mars

Depuis le 21 février 2021, le rover Persévérance de la NASA arpente le cratère Jezero, qui abritait un lac sur la planète Mars, il y a 3,6 milliards d'années. Si les échantillons de roches récoltés ne seront rapportés sur Terre qu'en 2033, les premières analyses sont déjà surprenantes ! En lieu et place des roches sédimentaires que les scientifiques s'attendaient à trouver, ils ont identifié des roches magmatiques dérivant de processus volcaniques profonds ou de surface. L'observation de minéraux secondaires vient par ailleurs confirmer que de l'eau liquide a bien circulé après leur formation.

*Science & Science Advances*, le 1<sup>er</sup> août 2022 | Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement

### Cendres volcaniques : quel impact sur la santé ?

Près du volcan Tungurahua, en Équateur, une longue éruption est survenue entre 1999 et 2016. Des chercheurs et des chercheuses ont voulu mesurer l'aléa sanitaire posé à ces populations par l'inhalation de cendres. Les résultats ont montré que les cendres volcaniques respirables peuvent déclencher un signal inflammatoire de bas niveau dans les cellules pulmonaires. En cas d'inhalation chronique, les conséquences d'une telle inflammation sur la santé à long terme restent à déterminer.

*GeoHealth*, le 1<sup>er</sup> décembre 2022 | Laboratoire magmas et volcans

**Le son de Mars.** Le robot Persévérance de la Nasa, qui arpente la surface de Mars depuis février 2021, a enregistré pour la première fois l'environnement sonore de la planète rouge.

Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement

**Mieux comprendre les dépressions polaires.** En août 2022, deux avions de recherche ont survolé l'océan Arctique à l'affût de dépressions arctiques, pour améliorer leur représentation dans les modèles de prévisions météorologiques et de climat.

Laboratoire de météorologie physique

**Et de 3 ! Une troisième lune a été découverte autour de (130) Elektra, imposant astéroïde de la ceinture principale, ce qui en fait le premier système quadruple jamais observé. Une découverte rendue possible grâce à l'instrument SPHERE/VLT et de nouveaux algorithmes de traitement d'images.**

Centre de recherche astrophysique de Lyon

**Grâce à l'imagerie satellitaire, des chercheurs ont mis en évidence un mécanisme de glissement de flanc de volcan inédit, suspecté par des études de terrain sur le Piton des Neiges. Comprendre l'origine de ces déstabilisations est un enjeu majeur puisque les tsunamis et séismes qu'elles engendrent sont responsables de 24 % des décès liés au volcanisme.**

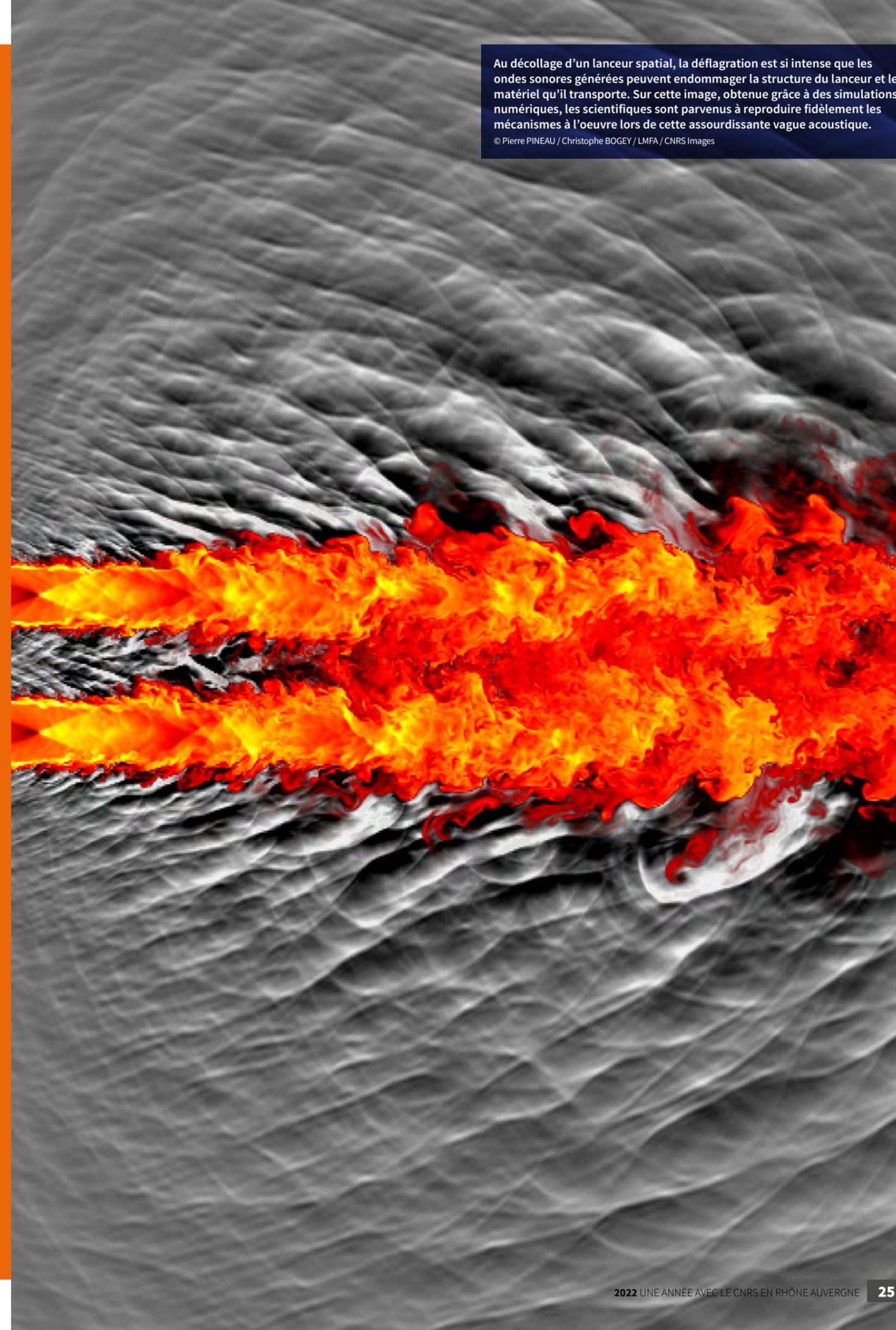
Laboratoire magmas et volcans

# L'INNOVATION EN 2022

Le CNRS met à profit l'excellence de sa recherche pour faire émerger des porteurs d'innovations prometteuses et rassemble autour d'eux des personnes et des compétences afin d'opérer un transfert technologique. Laboratoires communs, projets de R&D, plateformes ou start-up sont autant d'illustrations de cette activité protéiforme, pour développer des partenariats durables au service de l'innovation et du progrès économique et social.

Au décollage d'un lanceur spatial, la déflagration est si intense que les ondes sonores générées peuvent endommager la structure du lanceur et le matériel qu'il transporte. Sur cette image, obtenue grâce à des simulations numériques, les scientifiques sont parvenus à reproduire fidèlement les mécanismes à l'oeuvre lors de cette assourdissante vague acoustique.

© Pierre PINEAU / Christophe BOGEY / LMFA / CNRS Images



## DES ASSOCIATIONS PROMETTEUSES

Les laboratoires communs sont des dispositifs associant un laboratoire de recherche et un partenaire industriel autour d'un programme de recherche partagée. En 2022, quatre collaborations ont ainsi été formalisées.



Prospections géophysiques en cours en Arabie Saoudite  
© Photo Th. Creissen / GEO-HERITAGE

### GEO-HERITAGE

La géophysique appliquée à l'archéologie est devenue une approche incontournable pour la reconnaissance et l'étude des sites, que ce soit dans un cadre préventif ou d'un programme de recherche scientifique spécifique. Porté par le **laboratoire Archéorient** et la **société Éveha International**, le laboratoire commun GEO-HERITAGE travaille sur l'adaptabilité de ces méthodes en archéologie, tant sur le plan de l'innovation technique que sur le développement de nouvelles stratégies de reconnaissance.

### PRV Research TechLab

Le **Centre international de recherche en infectiologie** et la **société VirHealth** travaillent main dans la main pour développer des procédures expérimentales innovantes visant à évaluer les activités virucides des produits, équipements et technologies de désinfection. En 2021, cette association avait permis de mettre en évidence l'efficacité de purificateurs d'air contre le SARS-CoV-2, déployés dans des lycées de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

### OUTIVOLYON

En associant le **Laboratoire de tribologie et dynamique des systèmes** et la **société Tivoly**, ce laboratoire commun vise à développer de nouvelles générations d'outils permettant d'augmenter la durabilité des composants de sécurité.

## CRÉATIONS DE START-UP

Les résultats de la recherche et les savoir-faire développés dans les laboratoires liés au CNRS peuvent, dans bien des cas, conduire à des développements ayant un réel impact économique. La création de start-up s'inscrit dans l'activité de valorisation et de transfert des résultats de recherche conduite par le CNRS et les personnels de ses structures. De nouvelles entreprises ont ainsi vu le jour en 2022 sur notre territoire.

### Atelier Bleu Goyer

Ce projet entre art et science est né de la rencontre entre une artiste plasticienne et une physicienne. Grâce à une technique innovante de dessin, elles sont parvenues à créer un bleu physique sur papier de même nature que le bleu de l'atmosphère. Ce bleu non pigmentaire est généré par la diffusion de la lumière sur des nanoparticules. L'objectif de la start-up est désormais de proposer à de grandes maisons de luxe un objet esthétique unique, pour servir d'écrin à ce bleu rarissime.

Institut lumière matière

### Kairos Discovery

La plupart des thérapies ciblées utilisées actuellement pour le traitement des cancers souffrent de trop grandes résistances qui diminuent leur efficacité. Face à cet enjeu sociétal majeur, la société de biotechnologie Kairos Discovery vise le développement jusqu'aux stades cliniques de petites molécules thérapeutiques innovantes et brevetées, ayant déjà montré un puissant potentiel anti-cancéreux. Cette initiative s'appuie sur plus de cinq années de recherches académiques.

Centre de recherche en cancérologie de Lyon



### M&Wine

Révolutionner le monde de l'œnologie grâce à une IA qui associe les caractéristiques de chaque vin à l'analyse de son profil multi-minéral complexe : telle est l'ambition de M&Wine, portée par PULSALYS. Pour répondre aux enjeux de traçabilité et de qualité du secteur viticole, la start-up s'appuie sur une technologie brevetée qui permet d'établir le Metal Wine Profile® de chaque cuvée, à la manière d'un profil ADN.

Institut lumière matière, Institut des sciences analytiques, laboratoire d'Ingénierie des matériaux polymères

### Safehear

Safehear conçoit des technologies visant à rendre possible la communication en environnement bruyant, tout en protégeant des risques auditifs. Son premier produit est une protection auditive communicante destinée aux professionnels de l'industrie.

Laboratoire Hubert Curien

### Allogenica

Incubée par PULSALYS, Allogenica développe des thérapies cellulaires universelles pour traiter certaines formes de cancers du sang. Son objectif ? Proposer un traitement prêt à l'emploi, moins coûteux et plus sûr, afin de traiter davantage de patients.

Centre de recherche en cancérologie de Lyon

### Senolys

Cette start-up portée par PULSALYS a développé Innodrive, un assistant virtuel proactif de gestion de projets innovants et de capitalisation des expertises et des expériences de l'entreprise, basé sur l'IA.

Laboratoire d'informatique en image et systèmes d'information

# LA MÉDIATION EN 2022

La diffusion des résultats scientifiques auprès d'un large public est l'une des missions des chercheurs et chercheuses. Par leur participation à des actions culturelles, la recherche investit le champ de la société, un moyen pour contribuer au partage et à la mise en débat de la connaissance.

Voici la vue rapprochée d'une surface représentant l'espace hyperbolique et son bord à l'infini.

© V BORRELLI / R DENIS / F LAZARUS / B THIBERT / M THEILLIERE / ICJ / G-SCOP / LJK / uni. Luxembourg, soutenu par le FNR / CNRS



Finale nationale à la Bourse du Travail de Lyon.  
© MT180 France universités-CNRS, David Pell

### Lyon accueille la finale nationale de « Ma Thèse en Secondes »

Le 31 mai 2022, la finale nationale du concours « Ma Thèse en 180 Secondes » a vu s'affronter 16 doctorants et doctorantes sur une impressionnante performance de trois minutes de vulgarisation scientifiques de leur sujet de thèse à la Bourse du Travail de Lyon. Cette année, la marraine de l'évènement était Hélène Courtois, astrophysicienne et professeure à l'Université Claude Bernard Lyon 1. C'est Alphanie Midelet (Université Grenoble Alpes) qui a ensuite représenté la France à la finale internationale de Montréal en octobre.

### Demain mais en mieux !

Les 12 et 13 février à Eurexpo Lyon, le CNRS et de nombreux autres acteurs incontournables de la recherche et de l'innovation ont présentés des projets inspirants, au cœur d'un espace entièrement dédié aux sciences au sein du festival Yggdrasil, le festival des mondes de l'imaginaire. Produire de l'électricité grâce aux plantes ou aux bactéries, transformer des déchets en source d'énergie ou encore fabriquer de l'hydrogène avec des textiles lumineux : les équipes du laboratoire Ampère, et l'Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon ont ouvert en grand les portes de leurs laboratoires pour en sortir des projets de recherche surprenants et prometteurs face à près de 25 000 visiteurs.

## Médiation

**La 6<sup>e</sup> édition du Forum des NIMS (Nouvelles initiatives en médiation scientifique), organisée par le CNRS et France Universités, s'est tenue le 31 mai à Villeurbanne. Cette édition s'est attachée à remettre la question de la démarche scientifique au cœur de la médiation.**

## Campus en Fête

**Pour la Fête de la Science et en lien avec la labellisation de Villeurbanne comme Capitale Française de la Culture 2022, le campus scientifique de la Doua s'est animé pour Campus en Fête. Visites, ateliers, conférences, expositions, spectacles, qui a dit que les sciences n'étaient pas amusantes ?**



Animations, square Évariste Galois, Campus LyonTech - La Doua. © Vincent Noclin / UdL



### Vers plus d'actions « grand public »

Un gros coup de pouce pour l'ouverture des sciences au grand public a été donné par l'État en 2022 avec le financement d'actions « Sciences avec et pour la société ». En Rhône Auvergne sont nés les projets LySIERES<sup>2</sup> à Lyon et SAPSAU en Auvergne, de même que le lancement d'une cinquantaine de productions éditoriales et événementielles en cours côté CNRS. A suivre...

## Offre d'animations

**Le CNRS propose aux établissements scolaires et aux lieux culturels de faire venir des scientifiques dans leur structure. En 2022, une vingtaine de conférences et ateliers ont permis d'aborder des thématiques variées (physique, santé, génétique, chimie ou encore femmes dans la science).**



## Promène ta science

**Des balades en calèches avec des scientifiques, et pourquoi pas ? Une douzaine de chercheurs et chercheuses travaillant dans des laboratoires du CNRS ont ainsi discuté sciences et recherches avec le grand public tout en profitant de la promenade et de la vue sur le Puy-de-Dôme.**

**INSB**

**Institut NeuroMyogène - Appui à la recherche** (INMG-AR - CNRS, UCBL) - <https://uar.inmg.fr/>  
**SFR Biosciences** (CNRS, ENSL, UCBL, Inserm) - [www.sfr-biosciences.fr](http://www.sfr-biosciences.fr)  
**Santé Lyon-Est – Louis Léopold Ollier** (CNRS, UCBL, Inserm) - <http://sfrsantelyonest.univ-lyon1.fr>  
**Institut de biologie et chimie des protéines** (IBCP - CNRS, UCBL) - [www.ibcp.fr](http://www.ibcp.fr)  
**Microbiologie moléculaire et biochimie structurale** (MMSB - CNRS, UCBL) - <https://mmsb.cnrs.fr>  
**Institut des sciences cognitives - Marc Jeannerod** (ISC - CNRS, UCBL) - [www.isc.cnrs.fr](http://www.isc.cnrs.fr)  
**Laboratoire de biologie et modélisation de la cellule** (LBMC - CNRS, ENSL) - [www.ens-lyon.fr/LBMC](http://www.ens-lyon.fr/LBMC)  
**Microbiologie, adaptation et pathogénie** (MAP - CNRS, UCBL, INSA Lyon) - <http://map.univ-lyon1.fr>  
**Institut de génomique fonctionnelle de Lyon** (IGFL - CNRS, ENSL) - <http://igfl.ens-lyon.fr>  
**Pathophysiologie et génétique du neurone et du muscle** (PGNM – CNRS, Inserm, UCBL) - <https://pgnm.inmg.fr/>  
**Mécanismes en sciences intégratives du vivant** (Melis – CNRS, Inserm, UCBL) - <https://inmg.fr/melis/fr/index.php>  
**Centre de recherche en cancérologie de Lyon** (CRCL - CNRS, Inserm, UCBL, CLB) - [www.crcl.fr](http://www.crcl.fr)  
**Centre de recherche en neurosciences de Lyon** (CRNL - CNRS, UCBL, Inserm) - <https://crnl.univ-lyon1.fr>  
**Laboratoire de biologie tissulaire et ingénierie thérapeutique** (LBTI - CNRS, UCBL) - <https://lbt.iibcp.fr>  
**Centre international de recherche en infectiologie** (CIRI - CNRS, ENSL, Inserm, UCBL) - <https://ciri.ens-lyon.fr/>  
**Reproduction et développement des plantes** (RDP - CNRS, ENSL, INRAE) - [www.ens-lyon.fr/RDP](http://www.ens-lyon.fr/RDP)  
**Laboratoire de psychologie sociale et cognitive** (LAPSCO - CNRS, UCA) - [www.lapsco.fr](http://www.lapsco.fr)  
**Génétique, reproduction et développement** (GRéD - CNRS, UCA, Inserm) - [www.gred-clermont.fr](http://www.gred-clermont.fr)  
**Groupements de recherche (GDR) :**  
**Recherche biomédicale française en immunologie, infectiologie et neuroscience, et primates non-humains** (BioSimia)  
**Mémoire**  
**Approche intégrative pour une compréhension multi-échelles de la fonction des protéines membranaires** (APPICOM)

**INC**

**Institut de chimie de Lyon** (ICL - CNRS, CPE, ENSL, UCBL, UJM, INSA Lyon) - [www.iclyon.fr](http://www.iclyon.fr)  
**Centre de résonance magnétique nucléaire à Très Hauts Champs** (CRMN - CNRS, ENSL, UCBL) - [www.crmn-lyon.fr](http://www.crmn-lyon.fr)  
**Catalyse, polymérisation, procédés et matériaux** (CP2M - CNRS, UCBL, CPE) - [www.cp2m.org](http://www.cp2m.org)  
**Laboratoire de chimie** (LCH - CNRS, ENSL) - [www.ens-lyon.fr/CHIMIE](http://www.ens-lyon.fr/CHIMIE)  
**Ingénierie des matériaux polymères** (IMP - CNRS, UCBL, INSA Lyon) - [www.imp.cnrs.fr](http://www.imp.cnrs.fr)  
**Institut de chimie et biochimie moléculaires et supramoléculaires** (ICBMS - CNRS, UCBL) - [www.icbms.fr](http://www.icbms.fr)  
**Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon** (IRCELYON - CNRS, UCBL) - [www.irceylon.univ-lyon1.fr](http://www.irceylon.univ-lyon1.fr)  
**Laboratoire hydrazines et composés énergétiques polyazotés** (LHCEP - CNRS, UCBL, CNES, ARIANEGROUP) - <http://lhcep.cnrs.fr>  
**Institut des sciences analytiques** (ISA - CNRS, UCBL) - <https://isa-lyon.fr>  
**Laboratoire des multimatériaux et interfaces** (LMI - CNRS, UCBL) - <https://lmi.cnrs.fr/>  
**Institut de chimie de Clermont-Ferrand** (ICCF - CNRS, UCA) - <https://iccf.uca.fr>  
**Groupements de recherche (GDR) :**  
**Conversion thermochimique de la biomasse et des déchets** (Thermobio)  
**Relations structures / propriétés électriques dans les polymères & composites** (REEPOS)

**INEE**

**Fédération des recherches en environnement** (FRE - CNRS, UCA, INRAE) - [www.recherche-environnement.univbpclermont.fr](http://www.recherche-environnement.univbpclermont.fr)  
**Biodiversité, eau & ville** (BIOENVIS - CNRS, INSA Lyon, ENTPE, INRAE, UCBL, VetAgro Sup) - <http://bioenvis.universite-lyon.fr>  
**Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés** (LEHNA - CNRS, ENTPE, UCBL) - <https://umr5023.univ-lyon1.fr/>  
**Laboratoire de biotechnologies végétales appliquées aux plantes aromatiques et médicinales** (BVPAM - CNRS, UJM) - [www.univ-st-etienne.fr/fr/lbvpam.html](http://www.univ-st-etienne.fr/fr/lbvpam.html)  
**Écologie microbienne** (LEM - CNRS, UCBL, INRAE) - [www.ecologiemicrobiennelyon.fr](http://www.ecologiemicrobiennelyon.fr)  
**Laboratoire de biométrie et biologie évolutive** (LBBE - CNRS, UCBL, VetAgro Sup) - <https://lbbe.univ-lyon1.fr>  
**Environnement, ville, société** (EVS - CNRS, UJM, ENSL, Lyon 2, Lyon 3, ENTPE, ENSA Lyon) - <http://umr5600.cnrs.fr>  
**Laboratoire microorganismes : génome et environnement** (LMGE - CNRS, UCA) - [www.lmge.univ-bpclermont.fr](http://www.lmge.univ-bpclermont.fr)  
**Laboratoire de géographie physique et environnementale** (GEOLAB - CNRS, UCA, Université de Limoges) - <https://geolab.uca.fr>  
**Groupements de recherche (GDR) :**  
**Ecologie statistique** (EcoStat)  
**Groupe de recherche en écologie trophique** (GRET) - <http://gdr-gret.univ-bpclermont.fr>

**INSI**

**Fédération d'ingénierie Lyon St-Étienne** (INGELYSE - CNRS, MINES Saint-Etienne, UCBL, ECL, UJM, ENTPE, CPE, INSA Lyon, ECAM Lyon) - [www.ingelyse.com](http://www.ingelyse.com)  
**Laboratoire Ampère** (Ampère - CNRS, ECL, UCBL, INSA Lyon) - [www.ampere-lab.fr](http://www.ampere-lab.fr)  
**Laboratoire d'automatique, de génie des procédés et de génie pharmaceutique** (LAGEPP - CNRS, UCBL) - <https://lagepp.univ-lyon1.fr>  
**Centre d'énergétique et de thermique de Lyon** (CETHIL - CNRS, INSA Lyon) - <http://cethil.insa-lyon.fr>  
**Centre de recherche en acquisition et traitement de l'image pour la santé** (CREATIS - CNRS, UCBL, Inserm, INSA Lyon) - [www.creatis.insa-lyon.fr](http://www.creatis.insa-lyon.fr)  
**Laboratoire de mécanique des contacts et des structures** (LAMCOS - CNRS, INSA Lyon) - <http://lamcos.insa-lyon.fr>  
**Institut des nanotechnologies de Lyon** (INL - CNRS, ECL, CPE, INSA Lyon, UCBL) - <http://inl.cnrs.fr>  
**Laboratoire Georges Friedel** (LGF - CNRS, MINES Saint-Etienne) - [www.mines-stetienne.fr/lgf/](http://www.mines-stetienne.fr/lgf/)  
**Laboratoire de mécanique des fluides et d'acoustique** (LMFA - CNRS, ECL, UCBL, INSA Lyon) - <http://lmfa.ec-lyon.fr>  
**Matériaux : ingénierie et sciences** (MATEIS - CNRS, UCBL, INSA Lyon) - <http://mateis.insa-lyon.fr>  
**Laboratoire de tribologie et dynamique des systèmes** (LTDS - CNRS, ECL, ENTPE) - <http://ltds.ec-lyon.fr>  
**Laboratoire Hubert Curien** (LabHC - CNRS, UJM) - <https://laboratoirehubertcurien.univ-st-etienne.fr>  
**Institut Pascal** (IP - CNRS, UCA) - [www.institutpascal.uca.fr](http://www.institutpascal.uca.fr)  
**Groupements de recherche (GDR) :**  
**Réparer l'humain** (Repair)  
**Apparence des matériaux : métrologie, modélisation, design de matériaux** (APPAMAT)  
**Métallurgie des alliages à haute entropie ou à compositions complexes** (HEA)  
**Matériau de construction biosourcés** (MBS)  
**Nano-materials for energy applications** (NAME)  
**Navier-stokes 2.00** (NS2.00)  
**System on chip, systèmes embarqués et objets connectés** (SOC2) - [www.gdr-soc.cnrs.fr](http://www.gdr-soc.cnrs.fr)  
**Sciences du bois** (BOIS) - [www6.inra.fr/gdr-sciences-du-bois](http://www6.inra.fr/gdr-sciences-du-bois)  
**Morphologie et phénomènes d'agrégation** (MORPHEA)  
**Matériaux fibreux - caractérisation, modélisation et optimisation** (FIBMAT)

**INS2I**

**Fédération informatique de Lyon** (FIL - CNRS, ECL, ENSL, INSA Lyon, UCBL, INRIA, Lyon 2) - <https://fil.cnrs.fr>  
**Laboratoire d'informatique en image et systèmes d'information** (LIRIS - CNRS, UCBL, INSA Lyon) - <https://liris.cnrs.fr>  
**Laboratoire de l'informatique du parallélisme** (LIP - CNRS, UCBL, ENSL) - [www.ens-lyon.fr/LIP](http://www.ens-lyon.fr/LIP)  
**Laboratoire d'informatique, de modélisation et d'optimisation des systèmes** (LIMOS - CNRS, UCA, MINES Saint-Etienne) - <https://limos.isima.fr>  
**Centre de recherche en acquisition et traitement de l'image pour la santé** (CREATIS - CNRS, UCBL, Inserm, INSA Lyon) - [www.creatis.insa-lyon.fr](http://www.creatis.insa-lyon.fr)  
**Groupements de recherche (GDR) :**  
**Informatique mathématique** (IM) - [www.gdr-im.fr](http://www.gdr-im.fr)  
**Informatique géométrique et graphique, réalité virtuelle et visualisation** (IG-RV)

**INSMI**

**Fédération de recherche en mathématiques Auvergne-Rhône-Alpes** (MARA - CNRS, ENSL, ECL, UJM, INSA Lyon, UCA, UCBL, Université Savoie Mont-Blanc, UGA) - <http://frmraa.math.cnrs.fr/>  
**Institut Camille Jordan** (ICJ - CNRS, ECL, UJM, UCBL, INSA Lyon) - <http://math.univ-lyon1.fr>  
**Unité de mathématiques pures et appliquées de l'ENS de Lyon** (UMPA - CNRS, ENSL) - [www.umpa.ens-lyon.fr](http://www.umpa.ens-lyon.fr)  
**Laboratoire de mathématiques Blaise Pascal** (LMBP - CNRS, UCA) - <https://recherche.math.univ-bpclermont.fr>  
**Groupements de recherche (GDR) :**  
**Géométrie algébrique et géométrie complexe** (GAGC)  
**Théorie de lie algébrique et géométrie** (TLAG)  
**Histoire des mathématiques** (HDM)  
**Mathématiques pour la géophysique des enveloppes fluides et solides** (MathGeoPhy)

**INP**

**Fédération de recherche André Marie Ampère** (FRAMA - CNRS, ENSL, UCBL, INSA Lyon, UJM) - <http://frama.universite-lyon.fr>  
**Fédération des accélérateurs pour les études des matériaux sous irradiation** (EMIR - CNRS, CEA, ECOLE POLYTECHNIQUE, ENSICAEN, Université Caen Normandie, Université d'Orléans, Université Paris-Saclay)  
**Institut lumière matière** (iLM - CNRS, UCBL) - <http://ilm.univ-lyon1.fr>  
**Laboratoire de physique de l'ENS de Lyon** (LPENSL - CNRS, ENSL) - [www.ens-lyon.fr/PHYSIQUE](http://www.ens-lyon.fr/PHYSIQUE)  
**Groupements de recherche (GDR) :**  
**Défis théoriques pour les sciences du climat** (Théorie et Climat)  
**Architecture et dynamique du noyau et des génomes** (ADN 2.0)  
**Ultrafast Phenomena** (UP) - <http://gdrupilm.univ-lyon1.fr>  
**Soft Physics for Hard Materials** (SOPHY)

**IN2P3**

**Antenne IN2P3 CERN Preveessin** (AICP - CNRS) - <https://aicp.in2p3.fr>  
**Centre de calcul de l'IN2P3** (CC-IN2P3 - CNRS) - <https://cc.in2p3.fr>  
**Institut de physique des 2 infinis de Lyon** (IP2I - CNRS, UCBL) - [www.ip2i.in2p3.fr](http://www.ip2i.in2p3.fr)  
**Laboratoire de physique de Clermont** (LPC - CNRS, UCA) - <http://clnwww.in2p3.fr>  
**Groupements de recherche (GDR) :**  
**Réactions, structure et astrophysique nucléaire : Expériences et théories** (RESANET) - <http://resanet.in2p3.fr>  
**Deep underground physics** (DUPHY)  
**INSU**  
**Observatoire de physique du globe de Clermont-Ferrand** (OPGC - CNRS, UCA) - <https://opgc.uca.fr>  
**Observatoire des sciences de l'univers de Lyon** (OSUL - CNRS, UCBL) - <https://observatoire.univ-lyon1.fr>  
**Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement** (LGL-TPE - CNRS, ENSL, UCBL) - <http://lgltpc.ens-lyon.fr>  
**Centre de recherche astrophysique de Lyon** (CRAL - CNRS, UCBL, ENSL) - <https://cral.univ-lyon1.fr/>  
**Laboratoire de météorologie physique** (LaMP - CNRS, UCA) - <https://lamp.uca.fr>  
**Laboratoire magmas et volcans** (LMV - CNRS, UCA, IRD) - <http://lmv.uca.fr>

**INSHS**

**Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux** (MOM - CNRS, Lyon 2, ENSL, UCBL, Lyon 3, UJM, Aix-Marseille Université) - [www.mom.fr](http://www.mom.fr)  
**Maison des sciences de l'Homme Lyon Saint-Etienne** (MSH-LSE - CNRS, UJM, Lyon 2, Lyon 3) - [www.msh-lse.fr](http://www.msh-lse.fr)  
**Antenne Lyon-MOM de l'Institut de recherche sur l'architecture antique** (IRAA - CNRS, Aix-Marseille Université) - [www.iraa.mom.fr](http://www.iraa.mom.fr)  
**Maison des sciences de l'Homme de Clermont-Ferrand** (MSH Clermont-Ferrand - CNRS, UCA) - [www.msh-clermont.fr](http://www.msh-clermont.fr)  
**Le laboratoire de l'éducation** (LLE - CNRS, ENSL) - <http://lle.ens-lyon.fr>  
**Institut d'Asie Orientale** (IAO - CNRS, Sciences Po Lyon, Lyon 2, ENSL) - <http://iao.cnrs.fr/>  
**Environnements et sociétés de l'Orient ancien** (Archéorient - CNRS, Lyon 2) - [www.archeorient.mom.fr](http://www.archeorient.mom.fr)  
**Centre de recherches critiques sur le droit** (CERCRID - CNRS, Lyon 2, UJM) - <https://cercrid.univ-st-etienne.fr>  
**Archéologie et archéométrie** (ArAr - CNRS, Lyon 2) - [www.arar.mom.fr](http://www.arar.mom.fr)  
**Histoire et sources des mondes antiques** (HISOMA - CNRS, ENSL, Lyon 2, Lyon 3) - [www.hisoma.mom.fr](http://www.hisoma.mom.fr)  
**Laboratoire de recherche historique Rhône-Alpes** (LARHRA - CNRS, ENSL, Lyon 2, Lyon 3, UGA) - <http://larhra.ish-lyon.cnrs.fr>  
**Interactions, corpus, apprentissages, représentations** (ICAR - CNRS, ENSL, Lyon 2) - <http://icar.cnrs.fr/>  
**Triangle : Action, discours, pensée politique et économique** (CNRS, ENSL, Lyon 2, Sciences Po Lyon) - <http://triangle.ens-lyon.fr>  
**Centre Max Weber** (CMW - CNRS, Lyon 2, ENSL, UJM) - [www.centre-max-weber.fr](http://www.centre-max-weber.fr)  
**Institut d'histoire des représentations et des idées dans les modernités** (IHRIM - CNRS, ENSL, Lyon 2, UCA, Lyon 3, UJM) - <http://ihrim.ens-lyon.fr>  
**Laboratoire aménagement, économie, transports** (LAET - CNRS, ENTPE, Lyon 2) - [www.laet.science](http://www.laet.science)  
**Dynamique du langage** (DDL - CNRS, Lyon 2) - [www.ddl.cnrs.fr](http://www.ddl.cnrs.fr)  
**Histoire, archéologie, littératures des mondes chrétiens et musulmans médiévaux** (CIHAM - CNRS, ENSL, Lyon 2, Avignon Université, Lyon 3) - <http://ciham.msh-lse.fr/>  
**Groupe d'analyse et de théorie économique Lyon St-Étienne** (GATE - CNRS, UJM, Lyon 2, ENSL) - [www.gate.cnrs.fr](http://www.gate.cnrs.fr)  
**Laboratoire de psychologie sociale et cognitive** (LAPSCO –CNRS, UCA) - [www.lapsco.fr](http://www.lapsco.fr)  
**Centre d'études et de recherches sur le développement international** (CERDI - CNRS, UCA) - <https://cerdi.uca.fr>  
**Groupement de recherche (GDR) :**  
**Association pour le Développement de la Recherche en Economie et en Statistique** (ADRES)

**Moyens communs**

**Persee** (CNRS, ENSL) - [www.persee.fr](http://www.persee.fr)  
**Centre pour la communication scientifique et directe** (CCSD - CNRS, INRIA, INRAE) - [www.ccsd.cnrs.fr](http://www.ccsd.cnrs.fr)  
**Délégation Rhône Auvergne du CNRS** - [www.rhone-auvergne.cnrs.fr](http://www.rhone-auvergne.cnrs.fr)  
**Comité d'action et d'entraide sociales** (CAES) du CNRS Région Centre-Est, Unité de service d'action et d'entraide sociale (USAES) - [www.caes.cnrs.fr](http://www.caes.cnrs.fr)

**Les dix instituts du CNRS**

**Institut des sciences biologiques** (INSB)  
**Institut de chimie** (INC)  
**Institut écologie et environnement** (INEE)  
**Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes** (INSIS)  
**Institut des sciences de l'information et de leurs interactions** (INS2I)  
**Institut des sciences mathématiques et de leurs interactions** (INSMI)  
**Institut de physique** (INP)  
**Institut de physique nucléaire et de physique des particules** (IN2P3)  
**Institut des sciences de l'univers** (INSU)  
**Institut des sciences humaines et sociales** (INSHS)

# 2022

## UNE ANNÉE AVEC LE CNRS

### en Rhône Auvergne

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

**CNRS** délégation Rhône Auvergne  
2, avenue Albert Einstein  
BP 61335  
69609 Villeurbanne Cedex  
04 72 44 56 00

[www.rhone-auvergne.cnrs.fr](http://www.rhone-auvergne.cnrs.fr)

 @CNRS\_dr07

 @CNRS\_RhoneAuvergne

 @CNRS Délégation Rhône Auvergne

Photo de couverture :

Plume d'eau. Cette tête de poisson zèbre adulte a été transparaïcée et marquée pour le collagène VI, en jaune. La combinaison de ce marquage avec l'autofluorescence des structures, en bleu, révèle ses branchies évoquant ainsi le plumage majestueux de l'Ara bleu. Cette image a été réalisée en microscopie à feuillet de lumière. Elle est lauréate du concours La preuve par l'image (LPPI) 2022. © Chloé EXBRAYAT-HERITIER / IGFL / CNRS Photothèque

Direction de la publication  
Direction de la rédaction  
Rédaction en chef, coordination,  
recherche iconographique et mise en page  
Rédaction  
Comité scientifique

Sur la base de la conception graphique de

Brochure imprimée par l'imprimerie Courand et Associés.

Le CNRS est membre fondateur de la Communauté d'universités et d'établissements (COMUE) Université de Lyon et partenaire de l'Université Clermont Auvergne.





**CNRS DÉLÉGATION RHÔNE AUVERGNE**

2, avenue Albert Einstein - BP 61335

69609 Villeurbanne Cedex

04 72 44 56 00

[www.rhone-auvergne.cnrs.fr](http://www.rhone-auvergne.cnrs.fr)

