



2021

UNE ANNÉE AVEC LE CNRS



SOMMAIRE

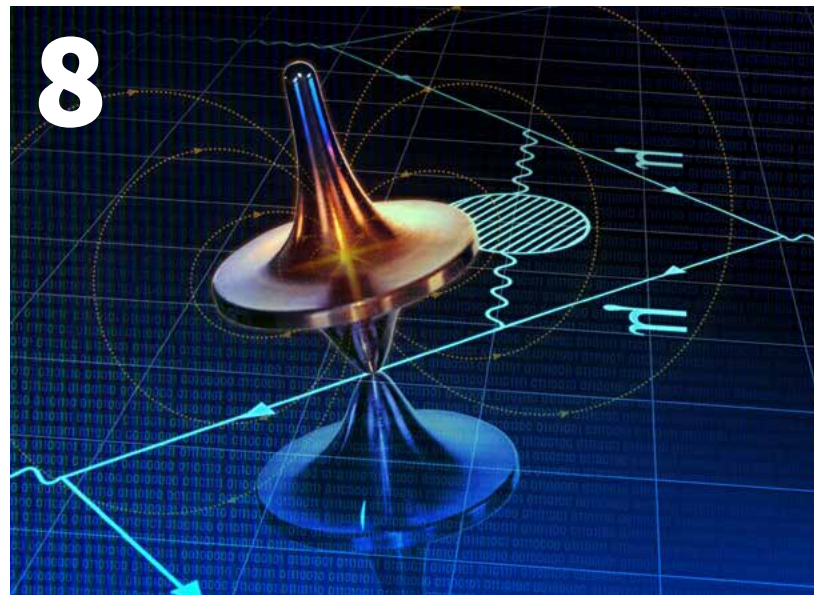
ENTRETIEN
AVEC
ANTOINE
PETIT

4



TEMPS FORTS SCIENTIFIQUES

8



6

2021 EN
CHIFFRES

16

TALENTS &
DISTINCTIONS

20



MÉDIATION SCIENTIFIQUE

70

LES RESSOURCES
EN 2021



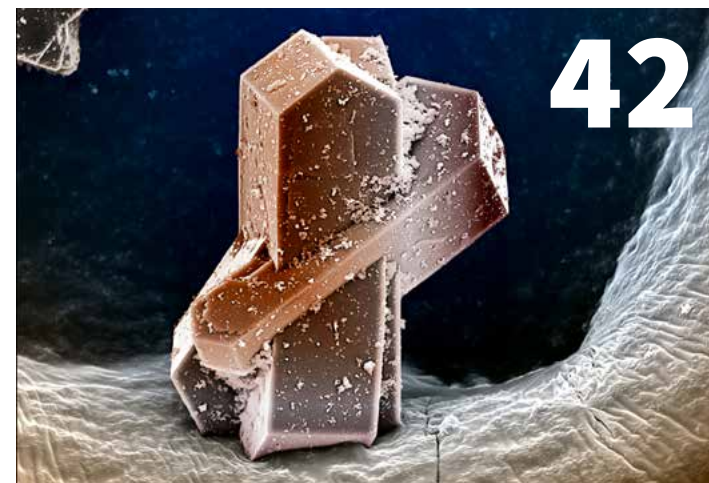
24

LE CNRS SUR LE FRONT
DE LA STRATÉGIE
NATIONALE



42

LA SCIENCE
EN 2021



58

L'INNOVATION
EN 2021



76

DONNÉES
CHIFFRÉES



Antoine Petit,
président-directeur
général

© Frédérique Plas/CNRS photothèque

“ L’UNE DES FORCES DU CNRS EST SA CAPACITÉ
À MOBILISER ET ASSOCIER DES ÉQUIPES ET DES
LABORATOIRES DE DISCIPLINES DIFFÉRENTES
SUR DES PROJETS SCIENTIFIQUES COMMUNS. ”

Au lendemain de la crise sanitaire, quelle est l’ambition du CNRS pour accompagner la relance économique et participer à la compétitivité française ?

La crise sanitaire a illustré à quel point nous avons besoin de science pour comprendre le virus, son impact et prévenir ses effets. Elle a aussi posé les questions sur la souveraineté française ou européenne. Le rôle du CNRS, dans ce cadre, est de permettre la valorisation de la recherche fondamentale en innovations de rupture et de favoriser la croissance des entreprises par la création d’emplois, et le développement de leurs performances et marchés. Dans cet objectif, le CNRS a deux priorités : la création de start-up fondées sur des technologies de rupture à fort potentiel de croissance et les laboratoires communs créés avec des entreprises. Dans ces laboratoires – en novembre 2021, nous avons fêté notre 200^e laboratoire commun actif – nous faisons de la recherche fondamentale, mais sur des sujets définis avec notre partenaire industriel, et en interaction constante avec lui. L’une des forces du CNRS est sa capacité à mobiliser et associer des équipes et des laboratoires de disciplines différentes sur des projets scientifiques communs. Il met notamment cette force au service des Programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR), qu’ils soient exploratoires ou inscrits dans des stratégies d’accélération de filières industrielles. Aujourd’hui, sur plus d’une vingtaine de PEPR lancés en 2021, le CNRS assure la responsabilité ou la coresponsabilité des deux tiers, sur des sujets allant du quantique à la recyclabilité, en passant par les liens entre enseignement et numérique.

Le CNRS a été au rendez-vous des grands événements et programmes scientifiques internationaux de l’année, notamment spatiaux. Quels sont les atouts qui en font ce partenaire incontournable de la recherche sur le plan international ?

La science s’inscrit dans le temps long et dans le domaine du spatial, comme dans de nombreux autres, les équipes du CNRS, impliquées dans nos laboratoires mixtes avec les universités, ont acquis au fil du temps une reconnaissance mondiale exceptionnelle. La portée internationale de ces projets est aussi le fruit d’une collaboration scientifique fructueuse de longue date avec le CNES. Le rover Perseverance de la mission Mars 2020 est un bel exemple de réussite et d’expertise de nos scientifiques. Il y a plus de 10 ans, la NASA a fait le choix de sélectionner le consortium français parmi plus de 80 soumissions adressées. Fortes de ces succès, nos équipes ont un savoir-faire qui les rend incontournables dans la plupart des projets internationaux menés aussi bien avec des partenaires américains, chinois ou russes. Le CNRS contribue par ailleurs à la construction de l’Europe de la recherche notamment en travaillant étroitement avec ses homologues du G6, l’associant à cinq autres organismes de recherche européens (CNR, CSIC, Helmholtz Association, Leibniz Association et Société Max Planck).

Le nouveau programme-cadre Horizon Europe a été lancé en 2021, il offre de nombreuses opportunités à nos scientifiques. Le CNRS est le premier organisme bénéficiaire des programmes-cadres et plus de la moitié des lauréats d’Horizon 2020 ayant une institution d’accueil en France sont des agents du CNRS. Mais nous sommes convaincus d’avoir des marges de progression, notamment dans les sciences humaines et sociales. C’est pourquoi nous nous sommes dotés d’une feuille de route Europe, publiée en mai 2021.

2021 a vu la création de la médaille de la médiation scientifique. Quelles sont l’importance et la responsabilité de la parole scientifique en France et dans le monde ?

La crise sanitaire a été parfois l’occasion de remettre en cause la parole scientifique et d’entretenir la confusion entre croyances et savoirs. La démarche scientifique obéit à des règles, une rigueur. Il est essentiel que le CNRS s’implique et s’applique à faire connaître la science, les scientifiques, la démarche scientifique et nous le faisons au travers de nombreux médias que nous éditons, numériques ou papiers, comme *Carnets de science*. La médaille de la médiation scientifique, dont la création a été permise grâce à la loi de programmation de la recherche (LPR), vient enrichir la panoplie des Talents décernés par le CNRS que sont les médailles d’or, de l’innovation, d’argent, de bronze, de cristal et le cristal collectif. Elle a donc été décernée pour la première fois cette année à cinq lauréates et lauréats qui illustrent la richesse et la diversité de la médiation scientifique. Ma thèse en 180 secondes est l’une des autres actions de médiation scientifique que le CNRS déploie, en partenariat avec la Conférence des présidents d’université (CPU). Nous avons cette année organisé la finale internationale de ce bel événement qui met en lumière le travail de doctorantes et de doctorants et qui a réuni 24 finalistes. Toujours sur le plan international, le CNRS est fier de s’être vu confier la responsabilité de la planète sciences du pavillon français de l’Exposition universelle de Dubaï et d’y avoir présenté les recherches menées en Antarctique, témoin des conséquences dramatiques du réchauffement climatique.

Nous avons célébré 50 ans de recherche et de découverte sur la physique des particules et 40 ans de recherche contre le sida... Le CNRS a toujours été présent sur tous les fronts de la connaissance. Qu’est-ce qui fait sa force aujourd’hui ?

Comme tout organisme de recherche, le CNRS puise avant tout sa force dans la qualité de ses personnels. Je considère comme une illustration de notre attractivité le fait qu’environ un tiers des chercheurs et chercheuses permanents que nous recrutons ont une autre nationalité que la nationalité française. Mais la force du CNRS est aussi sa capacité exceptionnelle à l’interdisciplinarité, construite à partir de disciplines au meilleur niveau international, et son remarquable réseau de partenaires, tant en France qu’à l’international.

Février

Recherche et innovation, le CNRS saisit les opportunités du quatrième programme d’investissements d’avenir (PIA4).

Mars

Les présidents du G6, qui regroupe les principaux organismes de recherche européens (CNR, CNRS, CSIS, Helmholtz Association, Leibniz Association et Société Max Planck) s’engagent en faveur de la liberté de la recherche.

Mai

Le CNRS affiche ses ambitions pour l’Europe et présente sa feuille de route « Europe » pour améliorer sa participation aux programmes de recherche et d’innovation de l’Union européenne.

Novembre

- Le CNRS met à l’honneur la science ouverte à l’occasion des 20 ans de l’archive ouverte HAL et rappelle sa mobilisation dans le deuxième plan national pour la science ouverte, présenté en juillet 2021 par Frédérique Vidal, ministre de l’Enseignement supérieur, de la Recherche et de l’Innovation.
- Le CNRS célèbre son 200^e laboratoire commun actif avec une entreprise.

Décembre

Le CNRS fête ses 20 ans d’engagement pour l’égalité professionnelle.

2021 EN CHIFFRES

RECHERCHE

Plus de
1 100 unités

Plus de
55 000 publications
en 2021

Près de
65 % des publications avec
un laboratoire étranger

Près de
80 % des publications
en accès ouvert

RESSOURCES

Près de
3,8 milliards d'euros
de budget

dont près de
1 milliard d'euros
de ressources propres

Plus de
33 000 agents

dont plus de
28 900 scientifiques (plus de
16 500 chercheurs et près
de **12 400** ingénieurs et techniciens)

et près de
4 100 ingénieurs et techniciens
dans les fonctions supports

Plus de
200 métiers

Plus de
1/3 de chercheurs et chercheuses
étrangers recrutés

INTERNATIONAL

Présent dans près de **40** pays

Près de
80 laboratoires internationaux
dont **5** créés en 2021

Près de
300 projets et réseaux de
recherche internationaux
dont **62** nouveaux en 2021

Plus de
650 lauréates et lauréats
du Conseil européen de
la recherche (ERC) dont **62** en 2021

PARTENARIATS & INNOVATION

Plus de
130 partenariats institutionnels
(universités, écoles)

Près de
210 structures communes de
recherche CNRS/entreprises
dont **35** nouvelles créées en 2021

Près de
100 start-up créées
chaque année

21 accords-cadres avec de grands
groupes dont **4** nouveaux en 2021

Près de
8 500 familles de brevets dans
le portefeuille CNRS dont
plus de **400** brevets déposés en 2021

TEMPS FORTS SCIENTIFIQUES

JANVIER

MATHÉMATIQUES

En géométrie, une nouvelle construction met en valeur l'extraordinaire diversité des groupes de type fini.



JANVIER

ENVIRONNEMENT

L'océan Austral parcouru par l'expédition océanographique Swings pour explorer sa contribution à la régulation du climat.



JANVIER

CHIMIE

Une méthode unique au monde de production de lassos moléculaires mise au point pour mimer le vivant.

FÉVRIER

ENVIRONNEMENT

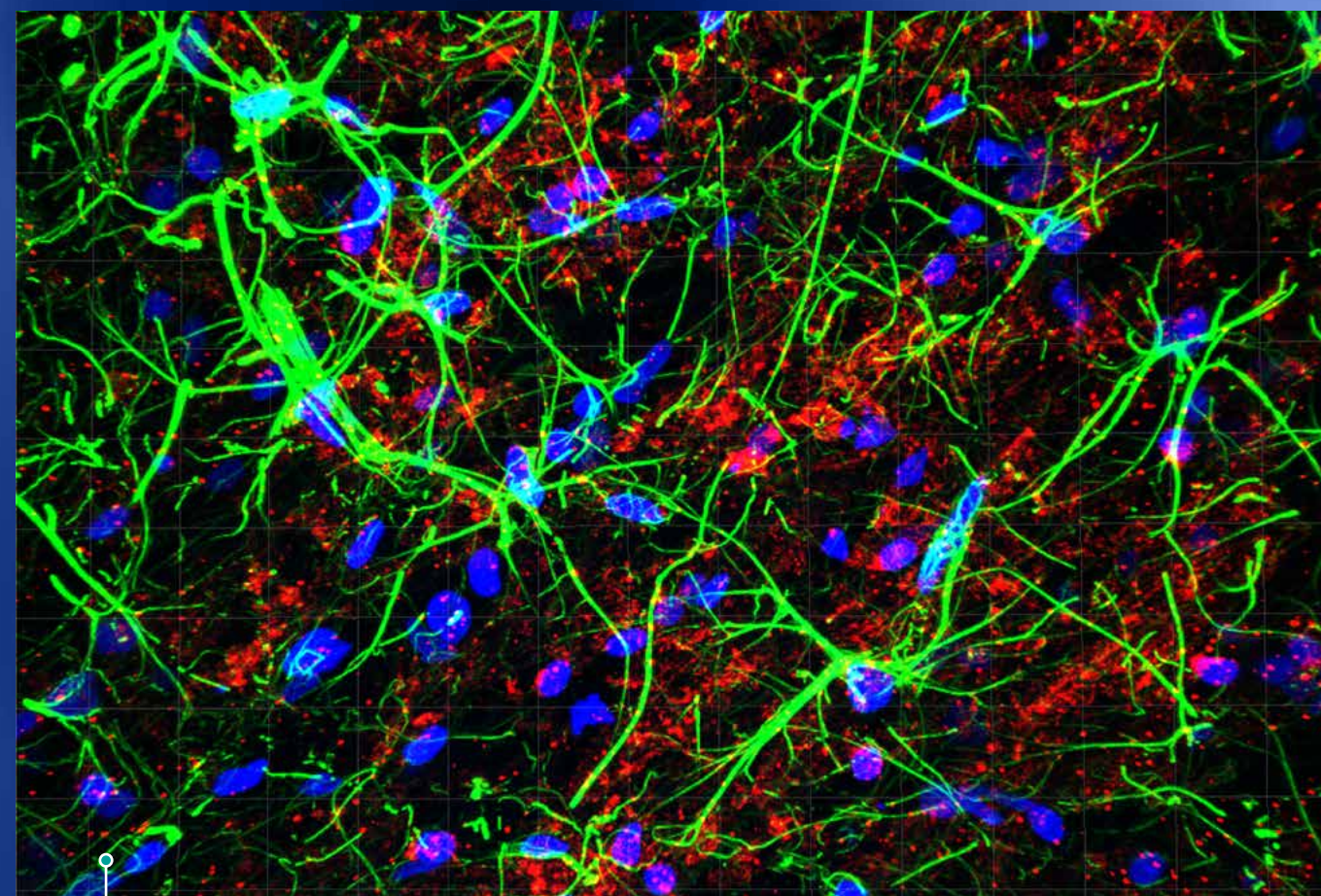
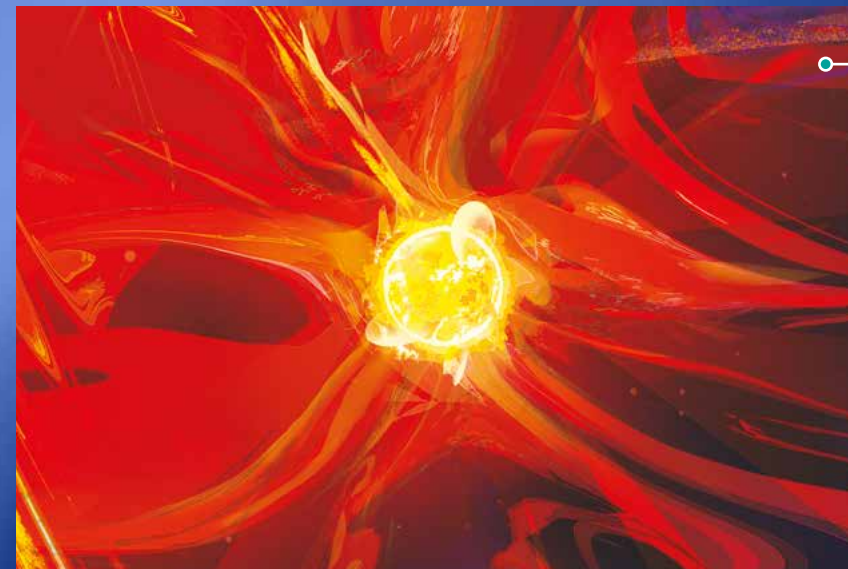
Les zones humides mondiales cartographiées avec une très haute résolution.



FÉVRIER

UNIVERS

Une première mesure de la densité d'une très jeune exoplanète.



FÉVRIER

NEUROSCIENCES

Le contrôle de l'ocytocine sur nos émotions démontré.

FÉVRIER

QUANTIQUE

Une nouvelle démonstration expérimentale de l'avantage quantique réalisée.

FÉVRIER

QUANTIQUE

Des défauts fluorescents quantiques observés pour la première fois à l'échelle individuelle dans du silicium.



MARS

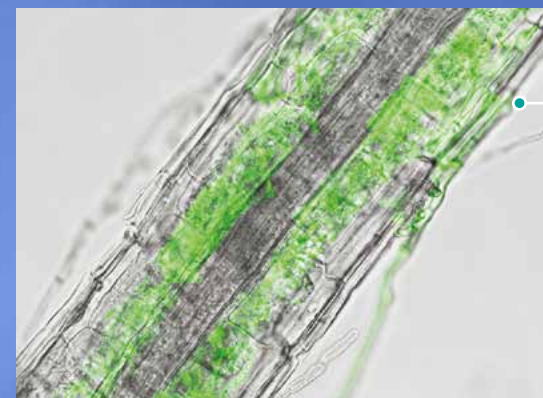
UNIVERS

Une myriade de galaxies naines insoupçonnées dévoilées par les premières images de la toile cosmique.

MARS

NEUROSCIENCES

La vascularisation du cerveau humain révélée à des échelles jamais atteintes grâce aux ultrasons.



MAI

BIOLOGIE

Un partenariat plantes - champignons à l'origine de la végétalisation terrestre.



MAI

ENVIRONNEMENT

La surexploitation de l'eau dans les frontières agricoles identifiée comme la cause principale de la baisse des débits fluviaux.

MAI

MATHÉMATIQUES

Une meilleure compréhension microscopique d'un gaz grâce à la preuve d'un principe de grandes déviations des particules.

MAI

GÉOSCIENCES

Des nanoséismes reproduits précisément en laboratoire.



AVRIL

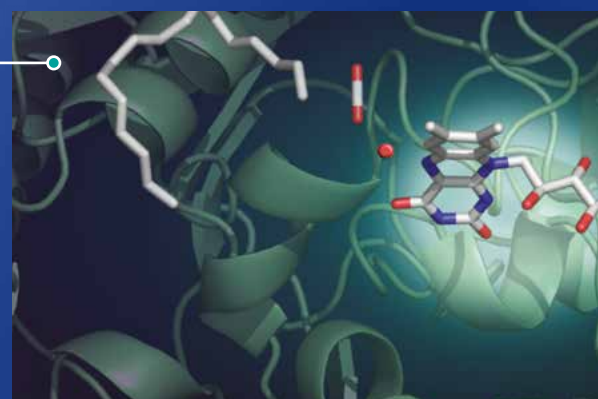
PHYSIQUE

Les propriétés magnétiques des muons plus justement décrites par un nouveau calcul théorique.

AVRIL

BIOLOGIE

Décryptage du fonctionnement d'une photoenzyme clé.



JUIN

BIOLOGIE

Le stress des chimpanzés orphelins étudié pour mieux comprendre le stress chronique.



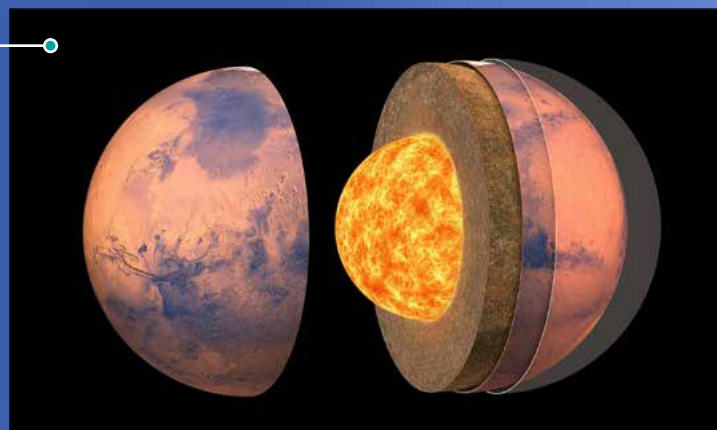
JUIN

UNIVERS

La perte de luminosité historique de l'étoile Bételgeuse enfin expliquée.

JUILLET
UNIVERS

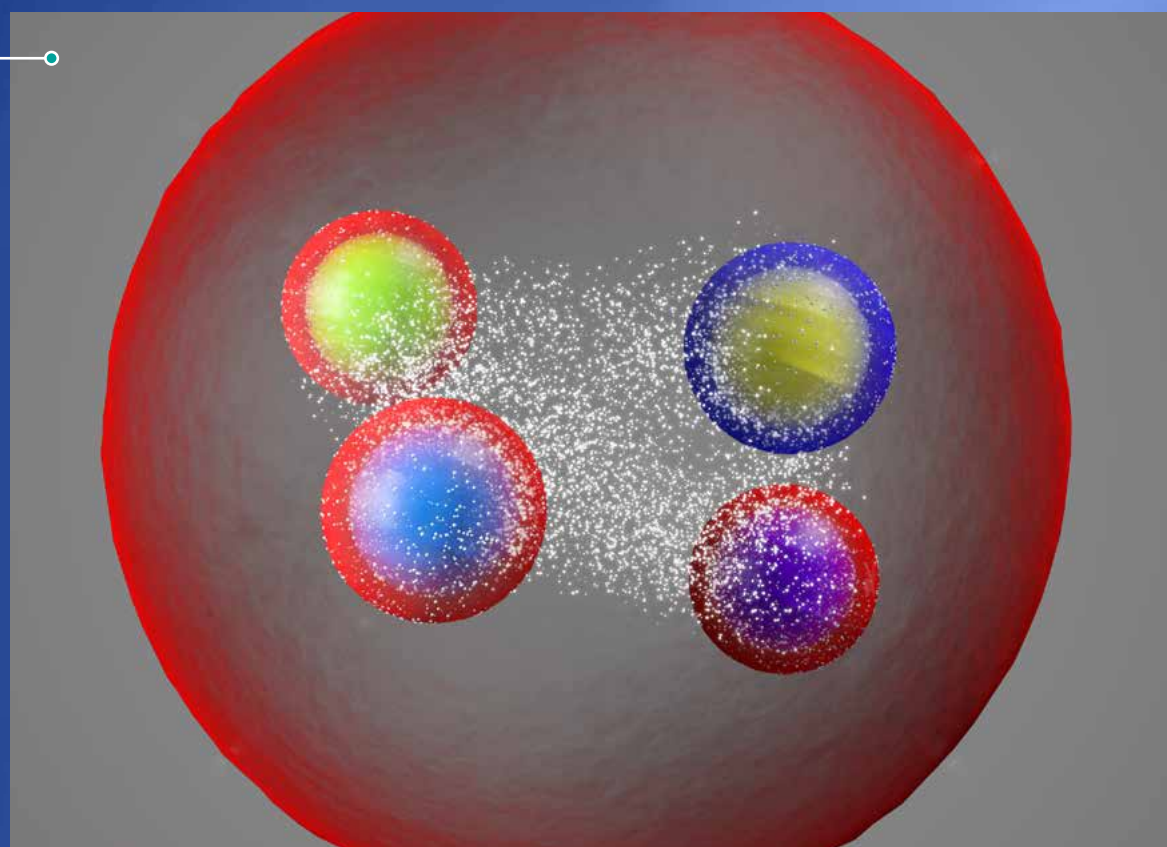
Première exploration
par la sismologie de la
structure interne de Mars.



JUILLET

PHYSIQUE DES
PARTICULES

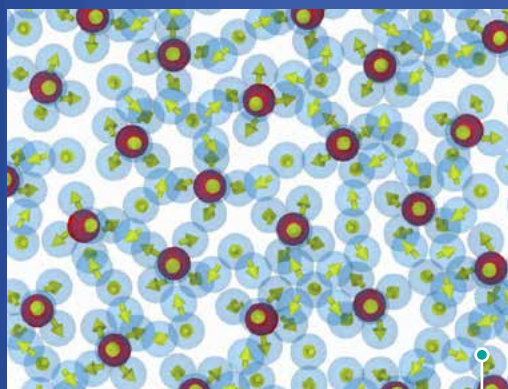
Une nouvelle particule
exotique baptisée Tcc+,
prédite 40 ans plus tôt,
enfin observée.



AOÛT

MATHÉMATIQUES

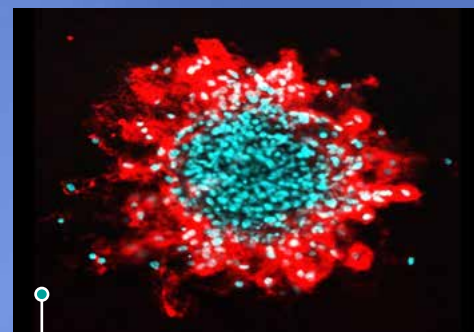
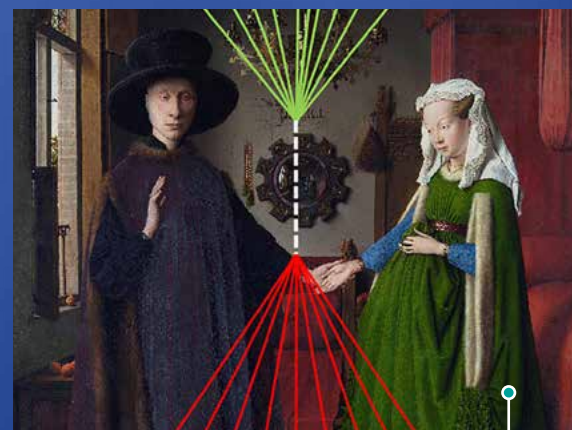
Le mystère du pouvoir de cohésion
du ciment éclairci grâce à de
nouvelles approches théoriques et
numériques.



AOÛT

NUMÉRIQUE

La technique de perspective
du peintre flamand
Van Eyck élucidée à l'aide de
l'informatique.



SEPTEMBRE

SANTÉ

Mise en évidence, dans le cancer du sein,
de la favorisation de la dissémination des
cellules tumorales suite à la rupture de
leur noyau.

SEPTEMBRE

MICROBIOLOGIE

Caractérisation d'un
nouveau mécanisme
moléculaire de
prédation par
contact chez une
bactérie prédatrice.

SEPTEMBRE

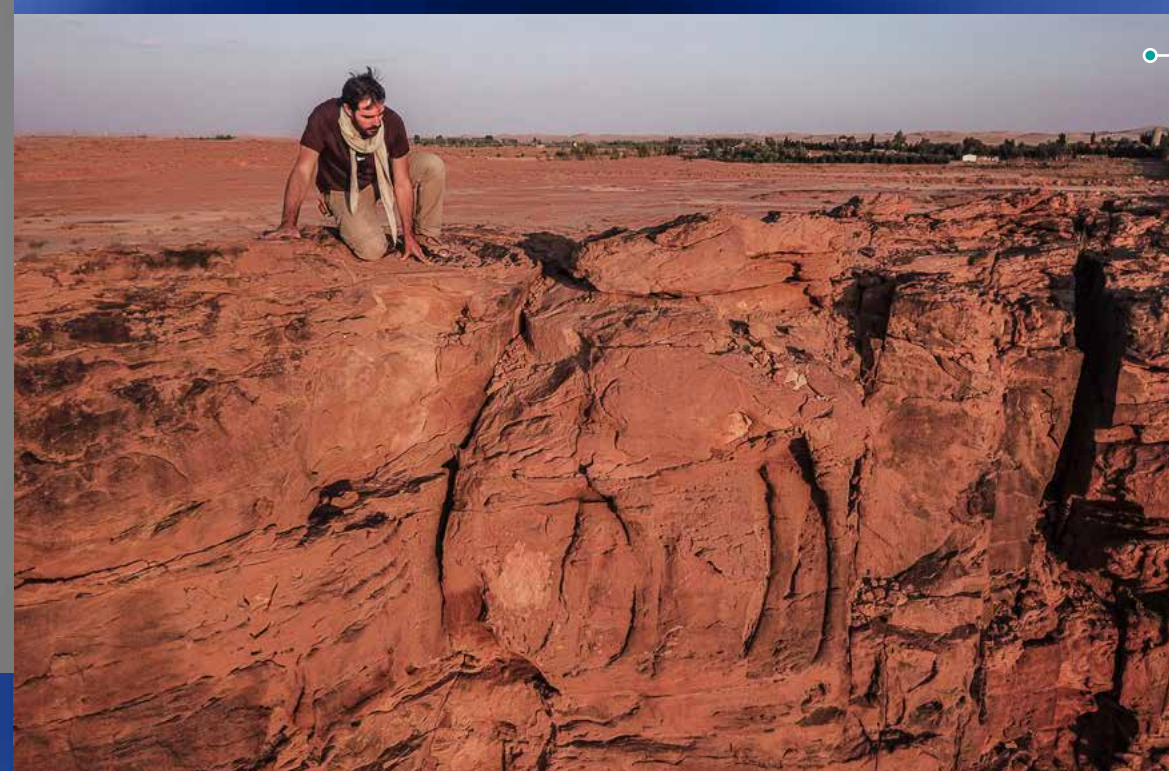
SANTÉ

Identification d'une
nouvelle famille
de récepteurs
activant l'immunité
antivirale.

SEPTEMBRE

PHYSIQUE

La luminescence
d'un matériau
mesurée pour
la première fois
à l'échelle de la
nanoseconde.



SEPTEMBRE

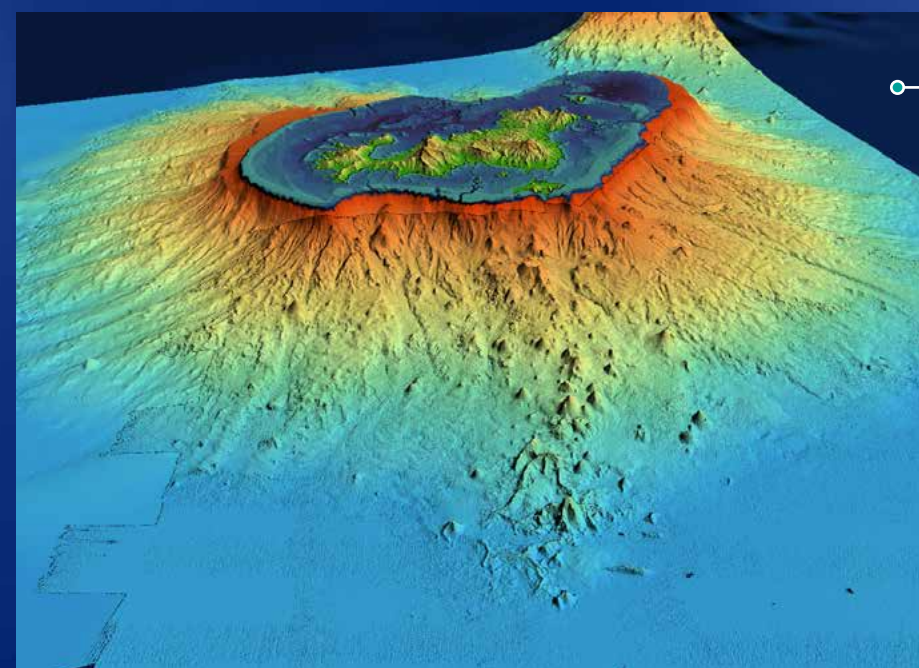
ARCHÉOLOGIE

Datation des sculptures
monumentales du
Camel Site, au nord
de l'Arabie, à l'époque
préhistorique.

SEPTEMBRE

GÉOSCIENCES

Naissance du volcan sous-marin
à Mayotte : la plus grande
éruption sous-marine jamais
documentée.



OCTOBRE

SANTÉ

L'application d'un champ électrique sur la peau pour permettre de soigner les fibroses cutanées.



OCTOBRE

SANTÉ

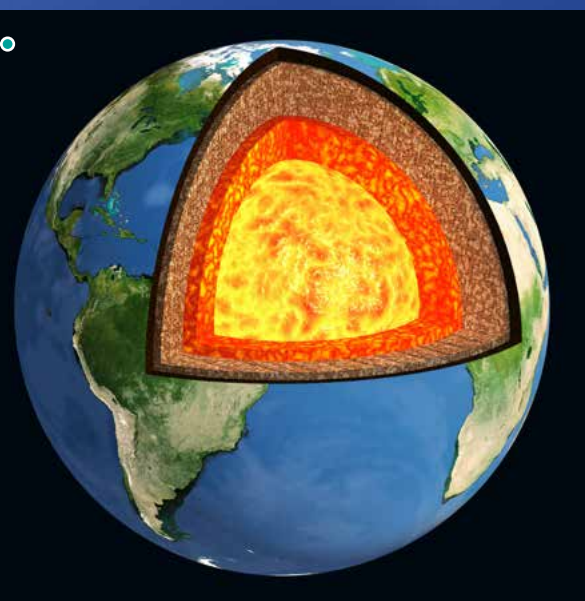
Premiers essais sur l'homme d'un dispositif innovant pour le traitement des AVC.



OCTOBRE

GÉOSCIENCES

Une nouvelle technique, sans onde sismique, pour cartographier la croûte terrestre sur quatre kilomètres.



OCTOBRE

SANTÉ

L'association de deux vaccins différents contre le Covid-19 confère une meilleure protection.

NOVEMBRE

INFORMATIQUE

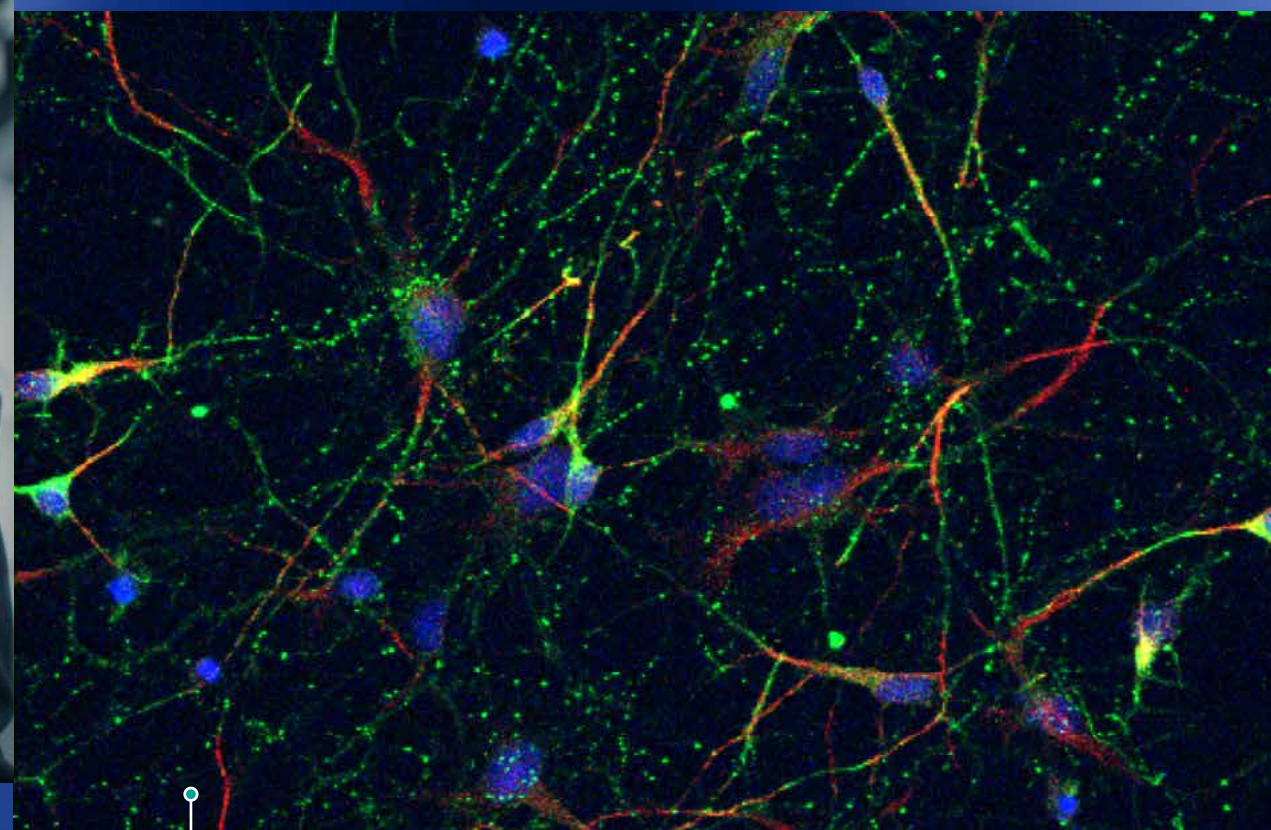
Un nouveau système de détection pour scanner les programmes malveillants à l'aide d'ondes électromagnétiques.



NOVEMBRE

NEUROSCIENCES

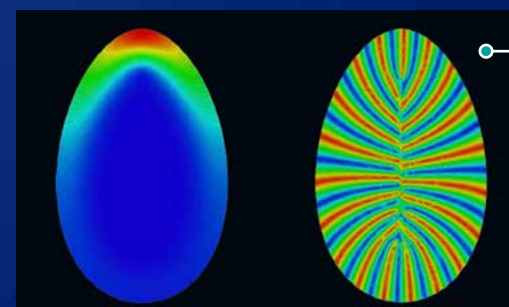
Le lactate identifié comme essentiel pour l'activation cérébrale ainsi que pour accomplir une tâche comportementale.



DÉCEMBRE

MATHÉMATIQUES

L'effet tunnel magnétique expliqué mathématiquement avec un théorème récent.



DÉCEMBRE

SANTÉ

Un traitement contre la cardiomyopathie associée à la dystrophie musculaire de Duchenne.

TALENTS & DISTINCTIONS

© Frédérique PLAS/LKB/CNRS Photothèque



JEAN DALIBARD médaillé d'or 2021

La médaille d'or du CNRS est décernée au physicien Jean Dalibard, professeur au Collège de France, après une carrière de 30 ans au CNRS. Il est membre de l'Académie des sciences. Cette récompense vient notamment saluer sa contribution à l'émergence des technologies quantiques, par la mise au point de sources d'atomes refroidis et piégés par la lumière, ainsi que par la proposition de simulateurs quantiques utilisant ces gaz atomiques ultra-froids pour résoudre des problèmes complexes issus d'autres domaines de la physique.

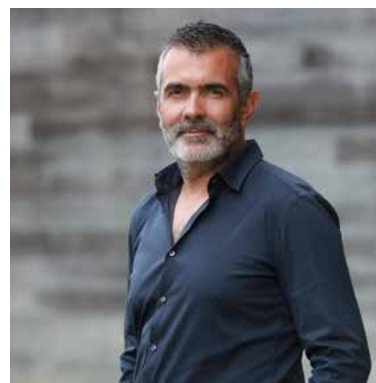
MÉDAILLE DE L'INNOVATION

Antoine Aiello, directeur de la plateforme Stella Mare¹ et ancien président de l'université de Corse, a créé et développé la plateforme scientifique Stella Mare, située près de Bastia en Corse, spécialisée dans l'ingénierie écologique marine et littorale. Elle réunit scientifiques, professionnels de la mer, gestionnaires de l'environnement et acteurs institutionnels dans le but de parvenir à une gestion intégrée des ressources halieutiques.

Nora Dempsey, directrice de recherche CNRS à l'Institut Néel² et de renommée internationale dans le domaine des micro-aimants haute performance, a développé des systèmes modèles pour optimiser les performances de ces aimants. Ses recherches ont donné lieu à de nombreuses collaborations industrielles, notamment avec Toyota et Valeo. Elle a par ailleurs participé à la création de la start-up Magia Diagnostic, dans le domaine du diagnostic médical, et au projet MicroMagFab, pour la fabrication et l'intégration de ces micro-aimants dans des microsystèmes.

François Jérôme, directeur de recherche CNRS à l'Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers (IC2MP)³, est expert dans le domaine de la chimie biosourcée et durable. Ses travaux ont permis l'élaboration de molécules d'intérêt à partir de la biomasse et, à partir de déchets agricoles, de tensio-actifs brevetés, aujourd'hui développés par la start-up BioSeDev. Il est à l'origine de la fédération de recherche CNRS Increase et de l'International symposium on green chemistry, congrès de référence de la chimie verte.

Amanda Silva Brun, chargée de recherche CNRS au laboratoire Matière et systèmes complexes⁴, docteure en pharmacie galénique et en biologie cellulaire, développe des technologies de production et d'ingénierie de vésicules extracellulaires (VEs) et des applications pour la médecine régénérative et la délivrance de principes actifs. Elle a cofondé deux start-up : EverZom pour la production des vésicules et Evora Biosciences autour du traitement des fistules.



De gauche à droite : Antoine Aiello, Nora Dempsey, François Jérôme et Amanda Silva Brun.

© CNRS Photothèque, © Christian Morel/CNRS Photothèque, © Yves Almcija/CNRS Photothèque, © Frédérique Plas/CNRS Photothèque.

MÉDAILLE DE LA MÉDIATION SCIENTIFIQUE

Jean-Michel Courty, chercheur dans l'équipe Fluctuations quantiques et relativité du laboratoire Kastler Brossel¹ et professeur à Sorbonne Université, mène depuis plus de vingt ans de nombreuses actions auprès d'un public très varié pour mettre en lumière la physique de manière accessible. Notamment, au travers de sa chaîne YouTube Merci la physique, où il présente des expériences facilement reproductibles à la maison.

Audrey Dussutour, directrice de recherche au Centre de recherches sur la cognition animale², est spécialiste des comportements collectifs d'insectes sociaux et a caractérisé un nouvel organisme unicellulaire ni plante, ni animal, ni champignon : le « blob ». Son ouvrage *Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le blob sans jamais oser le demander* publié en 2017, a inspiré un documentaire d'ARTE, en 2019. En 2021, ses travaux ont débouché sur le projet Élève ton blob qui a impliqué Thomas Pesquet, le CNES et le CNRS, ainsi que 5000 écoles afin de comparer sur la Terre et dans l'espace le comportement du blob.

Mathieu Vidard, animateur scientifique et producteur radio, partage sa passion pour la science depuis bientôt 25 ans. De la Tête à la Terre au carré en passant par des ouvrages de vulgarisation et le documentaire, il s'attache

à faire connaître au plus grand nombre les grandes théories scientifiques, des histoires de science et des parcours de chercheurs, se frottant à tous les domaines, sans distinction.

Le Festival international Jean Rouch, organisé chaque année à Paris par le Comité du film ethnographique, est l'une des plus importantes manifestations européennes de cinéma documentaire en sciences humaines et sociales (SHS). Depuis près de 40 ans, le Festival fait ainsi découvrir ou redécouvrir à tous les publics des filmographies, des chercheurs-cinéastes, des courants et des tendances en SHS, à travers les films documentaires actuels et du patrimoine ethnographique, issus notamment du fonds de CNRS Images.

ClimaTicTac, un jeu de stratégie éducatif, coopératif et écoresponsable, a été imaginé et accompagné par un collectif d'une vingtaine de chercheurs, de doctorants et de médiateurs scientifiques de l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)³ et de l'Association Science Technologie Société (ASTS). Pratiqué par de nombreux lycéens, collégiens et adultes, il vise à faire comprendre de manière ludique les enjeux du dérèglement climatique.



De gauche à droite : Jean-Michel Courty, Audrey Dussutour, Mathieu Vidard, l'affiche du 39^e Festival international Jean Rouch et le plateau du jeu ClimaTicTac.

© Pierre Kitmacher/Sorbonne Université, © David Villa/Science Image, CBI/CRCA/Cnes/CNRS Photothèque, © Nathalie Guyon/France Télévisions, © FIJR, © Science&Co/IPSL/Association Science Technologie Société

31

projets, liés au CNRS, sont lauréats
du **23^e** concours d'innovation i-Lab

11

start-up issues du CNRS récompensées
par le concours d'innovation i-Nov

62

chercheuses et chercheurs du
CNRS lauréats ERC en 2021

3

lauréats des trophées des Étoiles
de l'Europe liés aux laboratoires
CNRS : Sabine Fourier, Etienne
Gheeraert et Philippe Potin

ARCHÉOLOGIE

Florence Gaignerot-Driessen¹, Benjamin Mutin², Aline Tenu³ et Jean-Pierre Van Staëvel⁴ ont reçu les prix Clio 2020 pour leurs travaux de fouilles au Moyen-Orient et dans le bassin méditerranéen.

MATHÉMATIQUES

Jean-Michel Bismut, professeur émérite à l'université Paris-Saclay et chercheur au Laboratoire de mathématiques d'Orsay⁵ a reçu avec Jeff Cheeger, professeur à l'université de New York, le prix Shaw 2021 pour leurs idées remarquables qui ont transformé, et continuent de transformer, la géométrie moderne.

MATHÉMATIQUES

Michel Waldschmidt, professeur émérite à Sorbonne Université et membre de l'Institut de mathématiques de Jussieu - Paris Rive gauche⁶ a reçu le prix Bertrand Russell 2021 de l'American Mathematical Society pour ses contributions exceptionnelles à l'éducation supérieure et à la recherche en mathématiques dans les pays en développement, et son engagement auprès des communautés mathématiques du monde entier.

HISTOIRE

Françoise Briquel-Chatonnet, directrice de recherche CNRS, historienne du Levant et du Proche-Orient anciens et du monde syriaque au laboratoire Orient et Méditerranée⁷ est élue académicienne à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

INGÉNIERIE

Elisabeth Guazzelli, directrice de recherche CNRS au laboratoire Matière et systèmes complexes⁸ et Pierre Suquet, directeur de recherche CNRS émérite au Laboratoire de mécanique et d'acoustique⁹, ont été élus en 2021 membres internationaux à la National Academy of engineering (NAE) des États-Unis. Il s'agit de la plus haute distinction professionnelle dans le domaine de l'ingénierie.

UNIVERS

Thérèse Encrenaz, directrice de recherche émérite CNRS à l'Observatoire de Paris-PSL¹ est lauréate 2021 du prix Gerard P. Kuiper Planetary Science, pour ses contributions exceptionnelles au domaine des sciences planétaires.

PHYSIQUE

Julie Grollier, directrice de recherche CNRS et chercheuse en spintronique à l'unité mixte de Physique², a reçu le prix Irène Joliot-Curie pour la catégorie Femme scientifique de l'année, décerné par l'Académie des Sciences. Ses recherches portent sur l'utilisation de la puissance de la spintronique pour créer des neurones et des synapses artificiels, inspirés du cerveau.

CHIMIE

Jérôme F. L. Duval, directeur de recherche CNRS au Laboratoire interdisciplinaire des environnements continents³ a reçu le Prix 2021 Chemical society of Japan division of colloid and surface Chemistry's lectureship award pour ses recherches sur la transformation des métaux et des nanoparticules dans les milieux aquatiques et leurs interactions avec les micro-organismes.

INFORMATION ET COMMUNICATION

Guillaume Cabanac, enseignant-chercheur à l'Institut de recherche en informatique de Toulouse⁴ a été désigné parmi les 10 personnalités qui ont, selon *Nature*, marqué la science en 2021 pour ses travaux sur l'automatisation de la détection d'articles scientifiques frauduleux.

INFORMATIQUE

Frédéric Magniez, directeur de recherche CNRS au Paris centre for quantum computing⁵ a été professeur titulaire de la chaire Informatique et sciences numériques du Collège de France sur l'année 2020-2021.

17

doctorantes et post-doctorantes
liées aux laboratoires CNRS
ont été récompensées
par le prix Jeunes Talents
France L'Oréal-Unesco

Plus de
30

scientifiques du CNRS lauréats
des prix de l'Académie
des sciences en 2021

MÉDIATION SCIENTIFIQUE

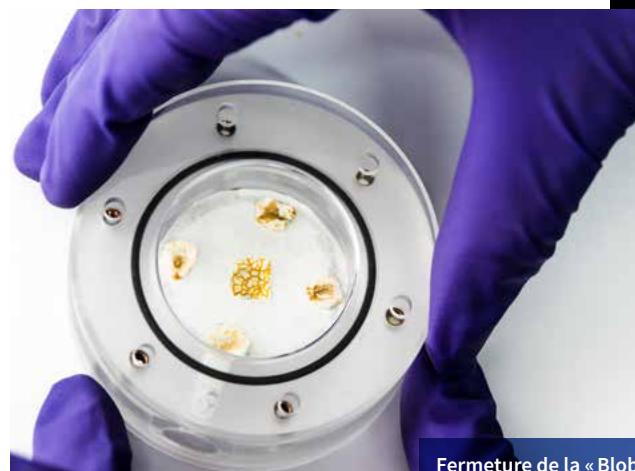
UNE PREMIÈRE MÉDAILLE DE LA MÉDIATION SCIENTIFIQUE

En 2021, le CNRS a décerné une nouvelle médaille pour valoriser la médiation scientifique. Elle récompense des femmes et des hommes, scientifiques ou personnels d'appui à la recherche, pour leur action, ponctuelle ou pérenne, personnelle ou collective, mettant en valeur la science au sein de la société. Cette première médaille a distingué cinq lauréats :

- L'équipe qui a travaillé sur ClimaTicTac, un jeu de stratégie éducatif.
- Jean-Michel Courty, chercheur et YouTuber de Merci la physique.
- Audrey Dussutour, directrice de recherche et vulgarisatrice du blob.
- Le Comité du film ethnographique pour le Festival international Jean Rouch, l'une des plus importantes manifestations européennes de cinéma documentaire en sciences humaines et sociales.
- Mathieu Vidard, animateur scientifique et producteur radio de La Terre au carré.

LA RECHERCHE S'INVITE DANS LES CLASSES

L'« Inflight call » qui a permis à des élèves de dialoguer en direct avec l'astronaute français Thomas Pesquet, en vidéo, pendant 20 minutes.
© Cité de l'espace / Manuel Huynh



Fermeture de la « Blob Box ».
© David VILLA / SciencImage, CBI / CRCA / CNES / CNRS Photothèque



Le blob continue son expansion

Le CNRS, en partenariat avec le CNES, a proposé aux scolaires de quelque 5 000 classes de primaire, collège et lycée, l'expérience éducative « Élève ton blob », menée parallèlement par Thomas Pesquet à bord de la station spatiale internationale. L'objectif : comparer les résultats des scientifiques en herbe avec ceux menés dans l'espace pour en savoir plus sur les stratégies d'exploration de cet organisme unicellulaire. Chacun des établissements scolaires sélectionnés a reçu un kit contenant quatre blobs, confectionné par l'équipe d'Audrey Dussutour, directrice de recherche CNRS.

200 élèves du primaire au lycée étaient rassemblés, le 6 octobre, à la Cité de l'espace pour échanger avec Thomas Pesquet, en direct de la station spatiale internationale, et lancer l'expérience éducative « Élève ton blob ». Un événement conjointement organisé entre le CNRS, le CNES, l'ESA, la Cité de l'espace et l'Académie de Toulouse.



L'action Étonnante chimie pour un grand oral percutant en délégation CNRS - Alsace, au lycée André Maurois de Bischwiller.
© Institut de chimie du CNRS

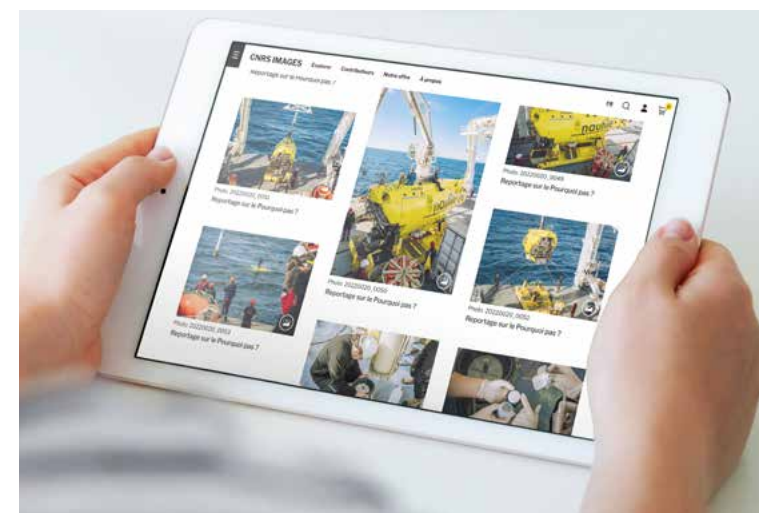
12 étudiants

de l'ISAE SUPAERO ont réalisé un outil éducatif numérique de sensibilisation à l'exploration spatiale. Le projet a été initié et encadré par Sylvestre Maurice, astrophysicien à l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie¹.

Des chimistes au contact des lycéens

À l'occasion de l'année de la chimie, le CNRS et le ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, ont organisé au cours de l'année scolaire 2021 - 2022, des rencontres d'une demi-journée entre lycéens et chimistes dans toute la France pour nourrir la préparation du Grand oral des candidats au baccalauréat.

DES OUTILS POUR MIEUX DIFFUSER LA SCIENCE



CNRS images lance une nouvelle plateforme

Le fonds audiovisuel du CNRS, riche de plus de 2 000 vidéos et 50 000 photographies sur tous les domaines de la recherche, est désormais regroupé sur une seule et même plateforme ergonomique et éditorialisée, accessible gratuitement au public. Depuis plus de 40 ans, des photographies et vidéos sont collectées auprès des laboratoires ou produites par CNRS Images.

Le CNRS partenaire scientifique d'Universcience pour le Palais de la Découverte

Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, et Bruno Maquart, président d'Universcience, ont signé, le 8 novembre, un accord qui contribuera, sur le plan scientifique, à la création de la nouvelle offre de contenus et de médiation du Palais de la Découverte, jusqu'en 2025.

MÉDIATION SCIENTIFIQUE



Étonnante chimie

Édité par CNRS Éditions et disponible en librairie depuis avril 2021, l'ouvrage **Étonnante chimie regroupe le récit du quotidien de 80 scientifiques, des femmes et des hommes qui ont donné à cette science ses lettres de noblesse.**

Changement climatique, les chercheurs du CNRS mobilisés

Suite à la publication en août d'un nouveau rapport du GIEC sur le climat, et parallèlement à la COP26, le CNRS a mis en lumière, notamment lors d'une conférence de presse, le 22 octobre, un échantillon de ses expertises fortes de ses 2000 chercheurs et chercheuses, qui œuvrent pour une meilleure compréhension des mécanismes qui régissent l'écosystème et le climat de notre planète.

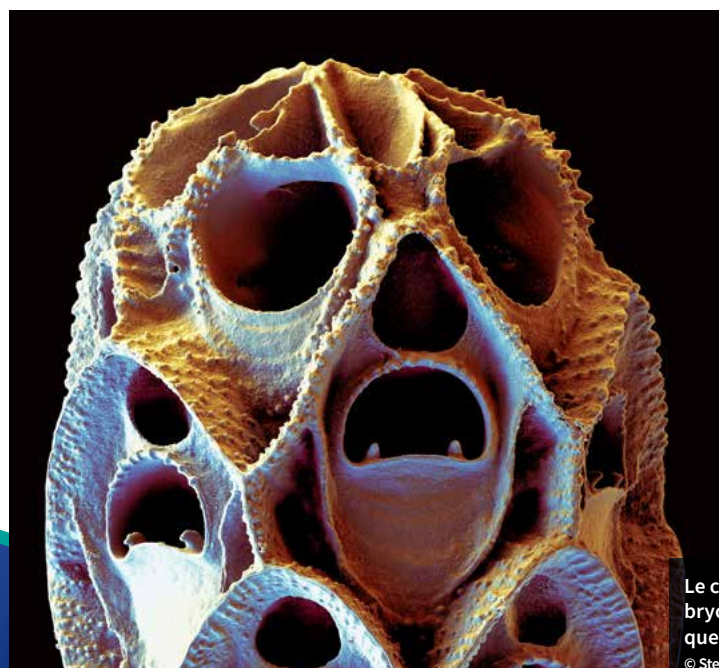
Carmin.tv, la chaîne des mathématiques

Le 10 décembre, le CNRS et ses partenaires¹ ont lancé carmin.tv, une plateforme de diffusion audiovisuelle avec déjà plus de 4500 vidéos disponibles dans le domaine des mathématiques et de leurs interactions avec les autres sciences, notamment la physique, l'informatique et la biologie.

Un chatbot pour répondre à l'hésitation vaccinale

Des scientifiques du CNRS, de l'Inserm et de l'ENS-PSL, ont conçu un chatbot permettant de répondre de manière personnalisée aux questions des personnes curieuses ou hésitantes à se faire vacciner. Il a fait l'objet d'une étude publiée le 28 octobre 2021 par la revue *Journal of Experimental Psychology*.

CONCOURS



« La preuve par l'image », la science sous un autre angle

Photographies, radiographies, modélisations, images au microscope... Pour la troisième année du concours « La preuve par l'image », 20 images de sciences ont été sélectionnées pour l'exposition. Le Grand prix du jury a été décerné à Bertrand Rebière et Bruno Alonso pour Songe d'une zéolithe; le prix Coup de cœur du jury a été décerné, ex aequo, à Louise Griveau et Émilie Christin pour Van Gogh cellulaire, et à Jean-François Humbert pour À l'école des sentinelles; enfin, le prix du Public a récompensé Stephan Borensztajn et Caroline Thaler pour Le cri (ci-contre).

Le cri, prix du Public 2021. Structure construite par des bryozoaires à squelette carbonaté, des animaux plus petits que le millimètre qui vivent en colonie dans les eaux froides.
© Stephan BORENSZTAJN / Caroline THALER / IPGP / CNRS Photothèque

180 secondes pour présenter sa recherche

Organisée par le CNRS et la Conférence des présidents d'université (CPU), la finale internationale de Ma thèse en 180 secondes s'est tenue le 30 septembre à Paris. Yohann Thenaisie, travaillant en Suisse sur l'implémentation d'un protocole de stimulation cérébrale profonde favorisant la marche dans la maladie de Parkinson, a remporté le 1^{er} Prix du jury aux côtés d'Aminata Sourang Mbaye Diouf, doctorante de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal) et Manhougbe Probus A. Farel Kiki, de l'université d'Abomey Calavi (Bénin), respectivement 2^e et 3^e prix. Le Prix du public a été décerné à Prince Makay Bamba de l'université de Kinshasa (République démocratique du Congo). Au total, 24 candidats internationaux se sont succédé durant plus de 2 heures sur scène devant Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, Manuel Tunon de Lara, président de la CPU, de nombreux présidents d'universités, des journalistes et des proches des candidats.



Les candidats du concours Ma thèse en 180 secondes sur la scène du studio 104 de la Maison de la radio, à Paris. © David Pell

ÉVÉNEMENT



Explication des techniques de cartographie 3D au public par un géomorphologue du laboratoire EDyTEM, lors de la « visite insolite » des grottes de Saint-Christophe. © Communication CNRS Alpes

Portes ouvertes pour des visites insolites

Dans le cadre de la Fête de la science 2021, organisée par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation du 1^{er} au 11 octobre, le CNRS a proposé des visites insolites dans plus de 80 laboratoires un peu partout en France. Plus de 1000 personnes ont pu plonger au cœur de la recherche et découvrir des installations ou expériences exceptionnelles, en tête à tête avec les scientifiques.

23^e édition

de la Semaine du cerveau, du 15 au 21 mars, avec des conférences en ligne, des ateliers numériques et des pièces de théâtre en podcasts.

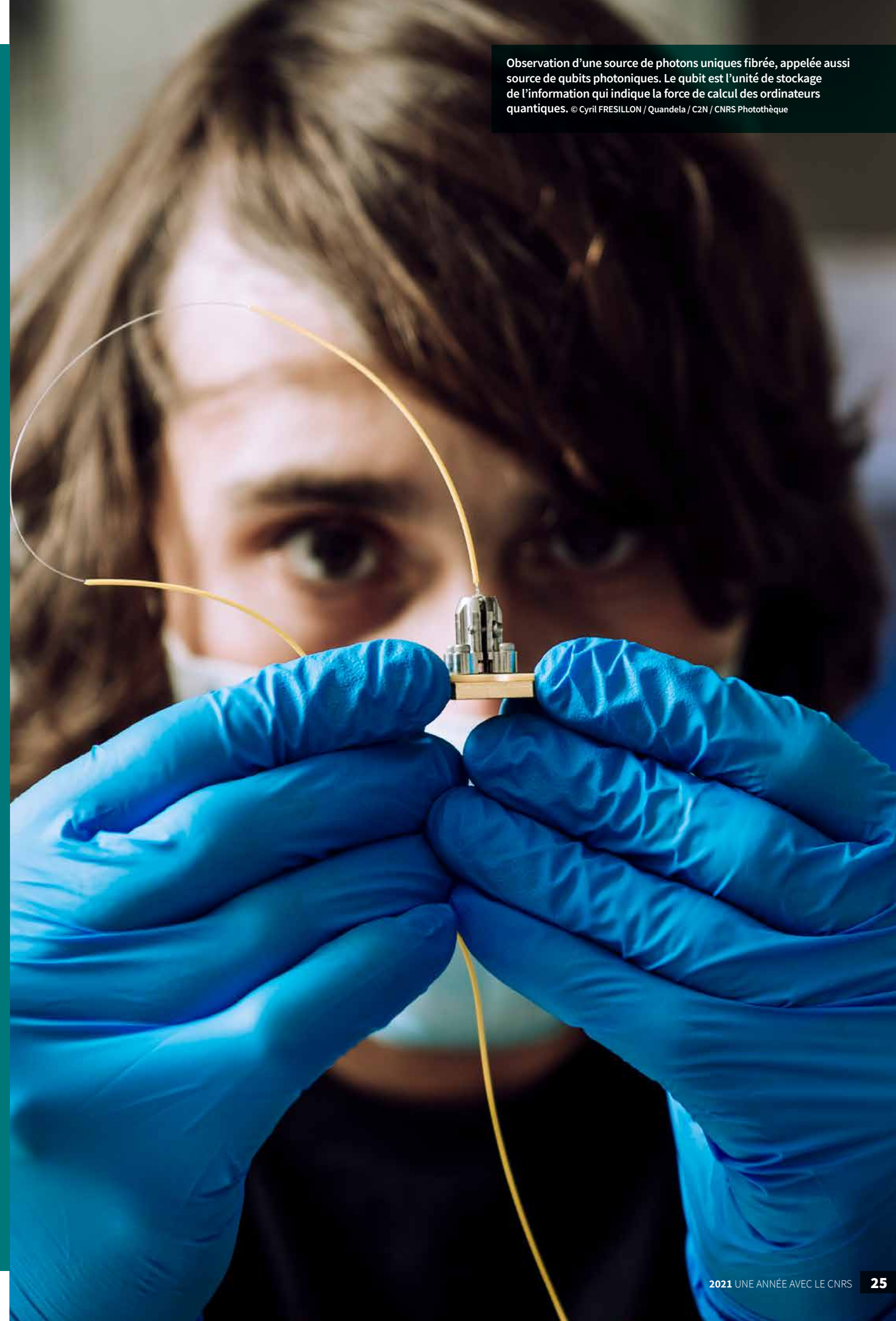
5^e édition

du forum des NIMS (Nouvelles initiatives en médiation scientifique), le 29 septembre, organisé par le CNRS et la CPU. Cette édition s'est attachée à mettre la question des publics au centre des débats, notamment à la lumière de la crise sanitaire.

LE CNRS SUR LE FRONT DE LA STRATÉGIE NATIONALE

Le CNRS, deuxième institution de recherche mondiale, est un acteur majeur de la stratégie nationale scientifique de la France, qui vise à permettre une recherche forte et compétitive à l'international et le développement de technologies. Il s'est fixé comme objectif, fort de son approche interdisciplinaire, de relever six grands défis sociétaux que sont la transition énergétique, le changement climatique, l'intelligence artificielle, la santé et l'environnement, les territoires du futur et les inégalités éducatives.

Observation d'une source de photons uniques fibrée, appelée aussi source de qubits photoniques. Le qubit est l'unité de stockage de l'information qui indique la force de calcul des ordinateurs quantiques. © Cyril FRESILLON / Quandela / C2N / CNRS Photothèque



LE CNRS SUR LE FRONT DE LA STRATÉGIE NATIONALE

La loi de programmation de la recherche de décembre 2020 et le quatrième Programme d'investissements d'avenir (PIA4) de janvier 2021 sont venus apporter des leviers supplémentaires avec notamment 20 milliards d'euros sur 5 ans dédiés à la recherche. Le Programme d'investissements d'avenir, mis en place par l'État depuis 2010 et piloté par le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI), finance des investissements sur le territoire afin de permettre à la France d'augmenter son potentiel de croissance et d'emplois. Depuis 10 ans, quatre PIA ont été successivement déployés. Bâtie sur les enseignements du PIA3, l'action « Programmes et équipements prioritaires de recherche » (PEPR) du PIA4 vise à construire ou consolider un leadership français dans des domaines scientifiques prioritaires au niveau national ou européen et liés à une transformation de grande ampleur, qu'elle soit technologique, économique, sociétale, sanitaire, environnementale, etc. Deux sortes de PEPR existent.

Les PEPR des stratégies nationales

Ils sont destinés à contribuer à l'effort de relance et à préparer l'avenir de la France. Parmi les 10 PEPR « Accélération » déjà lancés (pour près d'un milliard d'euros), le CNRS est pilote ou co-pilote scientifique dans les domaines suivants : technologies quantiques, hydrogène décarboné, enseignement et numérique, cybersécurité, solutions pour la ville durable et innovations territoriales, recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux recyclés. Le CNRS est co-pilote de deux autres PEPR dont le lancement est prévu courant 2022, pour soutenir les futures générations de batteries avec le CEA et pour faire émerger de nouveaux procédés industriels largement décarbonés avec IFP Énergies nouvelles (IFPEN).

Les PEPR exploratoires

Ils visent des secteurs scientifiques ou technologiques en émergence. Le CNRS est pilote ou co-pilote scientifique de quatre premiers PEPR retenus dans la première vague de cet appel dans les domaines suivants : matériaux de demain avec Diademe, cycle du carbone avec FairCarbon, stockage des données sur ADN avec MoleculeArXiv et l'eau comme bien commun avec le programme OneWater.

France Relance

Le CNRS s'est par ailleurs mobilisé dans la préservation de l'emploi dans la recherche et le développement des entreprises françaises et vise ainsi la création ou la sauvegarde de près de 300 emplois au travers de l'une des mesures de 41 M€ du plan France relance du gouvernement.

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Le CNRS s'engage sur la question des énergies renouvelables en mobilisant ses laboratoires travaillant sur ces thématiques, mais également en suscitant l'émergence de nouvelles pistes basées sur les recherches aux frontières, notamment l'hydrogène pour produire de l'électricité et de la chaleur (piles à combustible).

PEPR d'accélération « Hydrogène décarboné »

Dans le domaine de l'hydrogène en France, le CNRS et le CEA se sont vu confier le pilotage du PEPR dédié, avec un budget de 80 M€ sur une durée de 7 à 8 ans. Il porte sur toute la chaîne de valeur production, stockage, utilisation et conversion, ainsi que les aspects transverses socio-technico-économiques, incluant les impacts et les risques.

Une fédération de recherche autour de l'hydrogène

Le CNRS mobilise la Fédération Hydrogène, qui regroupe plus de 270 chercheurs et 28 laboratoires CNRS, en partenariat avec des universités, organismes de recherche et écoles d'ingénieurs, pour coordonner la production d'hydrogène économe en CO₂, sa purification et son stockage, et progresser dans la conception de systèmes complets allant de la production à l'utilisation de ce gaz via les piles à combustible.



Semi-remorque frigorifique développée par la société Chéreau et fonctionnant avec un système pile à hydrogène développée par la société H2Sys.
© Cyril FRESILLON / FEMTO-ST / CNRS Photothèque

FOCUS START-UP

Des générateurs hybrides à hydrogène

Pour alimenter des sites en électricité en l'absence de réseau, la start-up H2Sys fondée par des chercheurs de FCLab¹ commercialise des générateurs électriques à hydrogène, qui associent une pile à combustible à un moyen de stockage. Une solution hybride optimisée, silencieuse et respectueuse de l'environnement.



Étape de la fabrication de cellule d'électrolyseur qui permet de produire du dihydrogène à partir de l'eau, grâce à l'électricité. Il peut ensuite être stocké, transporté, puis enfin utilisé comme énergie, dans une pile à combustible par exemple. © Jean-Claude MOSCHETTI / IMN / CNRS Photothèque

Des solutions responsables et durables dans de nombreux domaines

Afin d'élargir le champ des possibles en matière d'énergies décarbonées, le CNRS contribue au travers de sa cellule Énergie à la Stratégie nationale de recherche sur l'énergie (SNRE). Celle-ci répond aux enjeux de la transition énergétique en apportant des solutions responsables et durables dans de nombreux domaines : hydrogène, piles à combustible, stockage souterrain de l'énergie, bâtiments intelligents, électricité sans émissions de carbone, combustibles chimiques décarbonés...

FOCUS LABORATOIRE COMMUN

Des capteurs solaires thermiques performants

Viessmann Faulquemont SAS et l'Institut Jean Lamour¹ ont fondé le laboratoire commun SOLARIS pour développer des capteurs solaires thermiques performants. Cette collaboration a notamment donné naissance au revêtement Thermprotect, qui préserve les panneaux de la dégradation due à la surchauffe. Cet absorbeur thermochrome équipe à présent 90 % des capteurs solaires thermiques vendus par Viessmann et a été installé sur une surface cumulée de 1 000 000 m² carrés.



Capteur solaire Viessmann Vitosol 200-FM équipé de la technologie Thermprotect. © Viessmann

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Limitier l'impact du changement climatique nécessite une excellente compréhension de la « machine climatique », mais aussi une évaluation précise et holistique des différents impacts climatiques et des incertitudes associées. Autour de ce défi, le CNRS rassemble une communauté de scientifiques dans une dynamique transdisciplinaire, allant des sciences du climat à l'écologie en passant par les sciences sociales et politiques.



© Andreas Pozniarski de Pivabay

PEPR exploratoire « FairCarbon »

Le CNRS, INRAE et leurs partenaires¹ pilotent le PEPR exploratoire FairCarbon, qui s'intéresse au cycle du carbone, afin d'identifier des leviers – écologiques, agronomiques, socio-économiques – et scénarios de trajectoires pour atteindre la neutralité carbone et restaurer les ressources naturelles dans les écosystèmes continentaux. Avec près de 40 M€ alloués sur 6 ans, ce programme accompagne la mise en œuvre aux échelles locale et nationale de ces scénarios, tout en mettant à disposition de la communauté scientifique des modèles numériques validés sur des jeux de données ouverts.

Plus de
2 000

chercheurs et chercheuses œuvrent au CNRS pour une meilleure compréhension des mécanismes qui régissent l'écosystème et le climat de notre planète.

Des énergies marines renouvelables

Le CNRS contribue à la structuration de la communauté académique française des énergies marines renouvelables (EMRs), et notamment l'éolien en mer au travers du Groupement de recherche (GDR) EOL-EMR. L'enjeu social et industriel est la réduction des coûts et des risques des projets d'exploitation des énergies marines renouvelables dans les phases de conception, développement et production.

Changement climatique et qualité de l'air

Le 31 octobre, le CNRS et Météo-France ont renouvelé leur convention-cadre, une pierre de plus à l'édifice de la collaboration sur le développement de la connaissance de la prévision météorologique, du changement climatique et de la qualité de l'air. Cette collaboration s'étend entre autres au travers du programme national LEFE du CNRS, qui avec un budget de l'ordre de 1,2 M€ par an implique 10 organismes partenaires¹, avec pour vocation de susciter et d'accompagner des recherches sur le fonctionnement de l'atmosphère et de l'océan, leur couplage et leurs interactions avec les autres composantes du système climatique. Le CNRS et Météo-France collaborent par ailleurs en Méditerranée dans le cadre du programme international de recherche HyMeX sur la prévision des cycles de l'eau et des événements extrêmes.



Comptage de coraux sur la pente externe du récif à Moorea, en Polynésie française.
© Thomas VIGNAUD/CNRS Photothèque

PPR « Océan et climat »

Lancé le 8 juin 2021 pour six ans avec un budget de 40 M€, le Programme prioritaire de recherche (PPR) « Océan et climat », piloté conjointement par le CNRS et Ifremer, vise à structurer les forces de recherche françaises pour mieux connaître cet écosystème et mieux le protéger autour de sept grands défis : prévoir les impacts du changement climatique en outre-mer, intensifier les recherches dans les océans polaires, améliorer la protection et la résilience des milieux marins, exploiter durablement les ressources de l'Océan, caractériser les facteurs de stress environnementaux en milieu marin, développer des programmes d'observation et de modélisation innovants et partager avec le grand public ces découvertes.

© Frédéric MALIGNE / LAAS / CNRS Photothèque

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, NUMÉRIQUE ET QUANTIQUE



Fort de son expertise transdisciplinaire, le CNRS se mobilise sur les axes stratégiques clés des technologies dématérialisées : intelligence artificielle, quantique, cybersécurité, stockage des données... Beaucoup de ses recherches, qu'elles soient théoriques et/ou expérimentales, comme pour le quantique, visent une mise en application dans les 5 à 10 années à venir.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

PEPR d'accélération « Intelligence artificielle »

Dans le cadre de la stratégie nationale en intelligence artificielle (IA), présentée le 8 novembre, le gouvernement a annoncé 134 M€ sur 5 ans à travers un programme de recherche piloté par le CNRS, le CEA et INRIA. Consacré à la recherche pour faire émerger des technologies de rupture, il est synchronisé avec le Plan coordonné européen pour le développement et l'utilisation d'une intelligence artificielle « made in Europe », aux priorités communes, notamment pour le développement d'IA embarquée ou l'utilisation de l'IA pour accélérer la transition écologique.

Cet essor de l'IA moderne repose sur la disponibilité de grandes masses de données ainsi que des avancées récentes en recherche fondamentale, notamment dans le domaine de l'apprentissage automatique. Autour de cette stratégie nationale, le CNRS coordonne notamment quatre GDR, centrés sur l'IA, qui favorisent les échanges entre les scientifiques du CNRS, les partenaires académiques, les entreprises et les autres parties prenantes :

- Le GDR IA est centré sur les aspects formels et algorithmiques.
- Le GDR ISIS s'intéresse aux méthodes de traitement de l'information, du signal, de l'image et de la vision.
- Le GDR MaDIC promeut des recherches interdisciplinaires positionnées dans un continuum « des données aux connaissances et à la prise de décision ».
- Le GDR TAL aborde les thématiques de modélisation informatique de la langue sous toutes ses formes (écrite, orale, signée), ses manifestations et ses applications.

Plus de

1 100

chercheurs et enseignants-chercheurs travaillent sur les fondements, l'intégration et les applications en intelligence artificielle.

Près de

30 %

des start-up issues de laboratoires du CNRS et de ses partenaires relèvent du secteur des technologies de l'information et de la communication, avec une part significative qui concerne l'utilisation de technologies impliquant l'IA.

Véhicules autonomes Zoé, de la marque Renault, équipés pour des essais de conduite en mode collaboratif V2V (vehicle-to-vehicle).
© Jean-Claude MOSCHETTI / HEUDIASYC / CNRS Photothèque

FOCUS LABORATOIRE COMMUN

Développer une gamme de véhicules autonomes

Les chercheurs en robotique et en intelligence artificielle du laboratoire commun SIVALab entre le groupe Renault et le laboratoire Heudiasyc² conçoivent des logiciels et testent des équipements afin d'aider Renault à développer une gamme de véhicules autonomes. Du 5 au 9 juillet 2021, ils ont mené l'un des premiers tests de voiture autonome sur les routes de Rambouillet, dans les Yvelines, pour analyser les comportements de la voiture face aux autres usagers de la route et tester ses insertions dans les ronds-points.



SÉCURITÉ DES DONNÉES

Plus de

200

chercheurs et enseignants-chercheurs des laboratoires du CNRS et de ses partenaires travaillent dans le domaine de la cybersécurité.

PEPR d'accélération « Cybersécurité »

Le CNRS, aux côtés d'Inria et du CEA, pilote le PEPR Cybersécurité, doté de 65 M€, qui vise à accélérer l'innovation pour hisser l'offre française aux premiers rangs mondiaux et notamment maîtriser les technologies clés dans les applications critiques. Autour de ce PEPR, le CNRS rassemble sa communauté cybersécurité au sein du GDR Sécurité informatique, créé en 2016, qui se focalise sur le codage et la cryptographie, les méthodes formelles pour la protection de la vie privée, la sécurité des données, le multimédia, la sécurité des systèmes, des logiciels et des réseaux et la sécurité des systèmes matériels.

Plus de

1 000

acteurs au sein du GDR Sécurité informatique du CNRS.

FOCUS LABORATOIRE COMMUN

Cybermallix au cœur de la cybersécurité

Le CNRS, l'université de Lorraine, INRIA et WALLIX, éditeur européen de logiciels de cybersécurité, ont créé, le 7 décembre, le laboratoire commun Cybermallix dont l'objectif est de concevoir et développer des solutions de cybersécurité prédictive, basées sur l'intelligence artificielle, afin de maximiser la détection de logiciels malveillants.

FOCUS START-UP

Exploiter des données, sans les compromettre

La start-up Cosmian, créée en collaboration avec le Département d'informatique de l'ENS¹, propose une plateforme pour diffuser et exploiter des données, notamment personnelles, sans les compromettre. David Pointcheval, directeur de recherche CNRS au Département d'informatique de l'ENS, s'est appuyé sur cette start-up pour mener son ERC « Proof of Concept ».

La sécurité post-quantique

L'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I) du CNRS soutient le thème émergent de la sécurité post-quantique, en particulier à travers la Fédération Paris Centre for Quantum Computing (PCQC) pour coordonner les actions de ses équipes. Contrairement aux systèmes standards, la cryptographie quantique repose sur un aléa « purement » quantique qui permet de garantir l'invulnérabilité et la pérennité des clés et des protocoles de communication qui en découlent.

STOCKAGE DES DONNÉES



Bibliothèque de stockage à bandes magnétiques du Centre de calcul de l'Institut de physique nucléaire et de physique des particules (CC-IN2P3) du CNRS.
© Cyril FRESILLON / CC IN2P3 / CNRS Photothèque

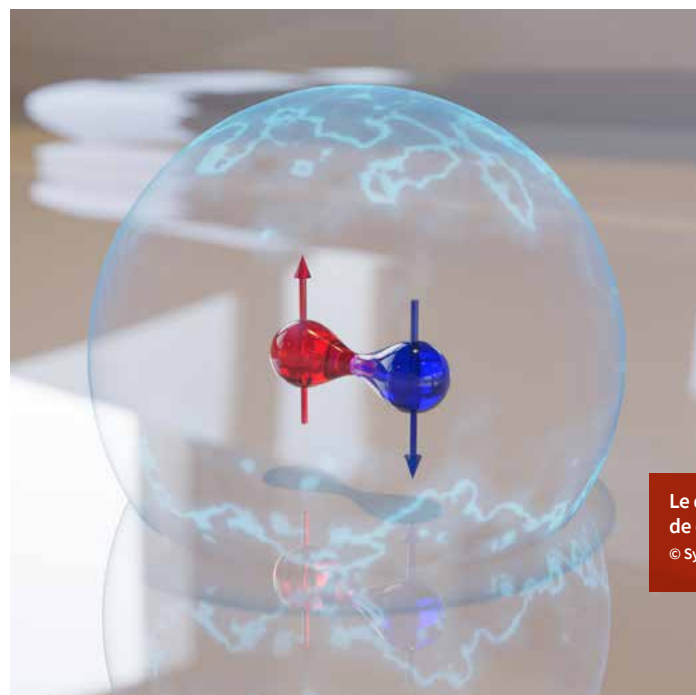
PEPR exploratoire « MolecuArXiv »

Le CNRS, en partenariat avec INRIA, l'université de Strasbourg, l'université Paris Sciences et Lettres et l'université Côte d'Azur, pilote le PEPR exploratoire MolecuArXiv². Dédié au stockage de données massives sur ADN et polymères artificiels, il ambitionne de positionner la recherche académique (informatique, chimie, biologie, nanotechnologies, microfluidique) et industrielle française du domaine au meilleur niveau international.

FOCUS START-UP

Une technologie qui fait son entrée aux Archives nationales

La technologie DNA Drive, développée par Stéphane Lemaire, chercheur au Laboratoire de biologie computationnelle et quantitative³ et Pierre Crozet, maître de conférences à Sorbonne Université, permet d'obtenir des capsules pouvant contenir une quantité d'ADN correspondant jusqu'à 5 000 To de données numériques, qui peuvent être conservées pour des millénaires. Le 23 novembre 2021, cette technologie a été choisie pour héberger aux Archives nationales la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen et la Déclaration des droits de la femme et de la citoyenne.



PEPR d'accélération « Technologies quantiques »

Le CNRS copilote, avec le CEA et INRIA, le PEPR des stratégies nationales sur le quantique doté d'une enveloppe de 150 M€. Le CNRS y réunit la communauté française de l'information quantique au travers du GDR Information et communication quantiques, qui regroupe plus de 50 laboratoires.

Le qubit au centre de l'image est une superposition de deux états, spin up (rouge) et spin down (bleu).
© Sylvain BERTAINA / IM2NP / LASIRE / FSU / CNRS Photothèque

Les défis du transfert industriel d'un processeur quantique

Alexia Auffèves, directrice de recherche CNRS à l'Institut Néel, coordonne le programme Quantum Engineering Grenoble, financé par l'université Grenoble Alpes et la Commission européenne, dédié aux implications philosophiques et sociétales de la théorie et des technologies quantiques. Il ambitionne de relever les défis du transfert industriel d'un processeur quantique.

FOCUS START-UP

Générateur de qubits de deuxième génération

La société Quandela travaille à l'émergence de nouveaux ordinateurs et de nouveaux réseaux de communication dans le quantique. Cofondée par Pascale Senellart, physicienne, directrice de recherche CNRS au Centre de nanosciences et de nanotechnologies¹, elle vient de remporter l'appel à projets Innov'up Leader PIA, lancé conjointement par l'État et la Région Île-de-France et opéré par Bpifrance.



Fibre optique dans laquelle les photons sont émis par une source de photons uniques non visible (qubits photoniques) dans un cryostat noir.
© Cyril FRESILLON / Quandela / C2N / CNRS Photothèque

© David VILLA / SciencImage, CBI / INFINITY / CNRS Photothèque

SANTÉ ET ENVIRONNEMENT



Le CNRS a fixé parmi ses 6 défis celui de la santé et de l'environnement et s'implique sur les stratégies qui accompagnent les grands changements auxquels sont confrontées nos sociétés, notamment en matière de vieillissement des populations, et de l'importance des écosystèmes et hydrosystèmes pour la santé. Le CNRS est aussi fortement impliqué dans la thématique du sport de très haute performance, dont les résultats seront exploités par les meilleurs athlètes français en vue des Jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024.



Mesure des échanges gazeux de carbone sur un dispositif expérimental de la tourbière de la Guette, dans le Cher. © Cyril FRESILLON / ISTO / CNRS Photothèque

Plus de
2 900

scientifiques dans plus de 200 laboratoires de recherche du CNRS et de ses partenaires travaillent sur des recherches liées à l'eau.

PEPR exploratoire « OneWater »

Parmi les quatre premiers PEPR exploratoires sélectionnés par l'État, le programme OneWater, copiloté par le CNRS, le BRGM et INRAE, avec la participation de nombreux acteurs¹, finance la recherche amont sur l'eau comme « bien commun » avec plus de 50 M€ sur une dizaine d'années. Ce programme s'organise en grands défis scientifiques et techniques – de l'anticipation de l'évolution de la ressource en eau pour permettre l'adaptation, à la transition vers une nouvelle gouvernance des ressources pour une société durable et résiliente, en passant par l'eau comme sentinelle.

Autour de ce programme, le CNRS mobilise ses unités travaillant sur des recherches liées à l'eau, dont près d'un tiers se consacrent à des problématiques d'eau potable, d'assainissement et aux ressources alternatives telles que les eaux pluviales, l'eau grise ou le dessalement. Aussi, le grand cycle de l'eau est considéré dans son ensemble, des eaux de surface aux eaux atmosphériques en passant par les eaux souterraines et leurs connexions. Cette vision systémique et transdisciplinaire permet au CNRS de répondre à la diversité des enjeux scientifiques, environnementaux, économiques, industriels et sociétaux, dans un contexte de changement global.

Les eaux usées pour suivre l'évolution de l'épidémie de Covid-19

Le 19 octobre, le CNRS a participé, aux côtés de 9 autres établissements¹, au lancement du Groupement d'intérêt scientifique de l'Observatoire épidémiologique dans les eaux usées (Obépine). Les activités de recherche de ce réseau Obépine ont fait émerger un indicateur des eaux usées permettant de donner des informations sur la circulation du virus SARS-CoV-2 dans des bassins versants couvrant plus de 33 % de la population française.

FOCUS LABORATOIRE COMMUN

Signature biologique de l'eau

Le Laboratoire de biodiversité et biotechnologies microbiennes² et le groupe Pierre Fabre collaborent au sein d'une équipe mixte de recherche (EMR) sur la signature biologique de l'eau thermale d'Avène. Ils ont mis en évidence les bienfaits d'une souche bactérienne endémique de ce site et des principes actifs ont ainsi été développés et introduits dans différents produits de la marque Eau Thermale Avène. L'EMR a également longuement étudié les effets des écrans solaires sur la biodiversité marine.



Des partenariats autour de la filière Eau

La Direction des relations avec les entreprises (DRE) du CNRS organise les relations partenariales de recherche entre les laboratoires du CNRS, les grands groupes et les PME autour de la filière Eau. Systèmes de production et de gestion de données, nouvelles technologies, intelligence artificielle... des dispositifs techniques très variés sont développés pour mesurer, surveiller, analyser, traiter, distribuer, collecter ou réutiliser l'eau, dans ses dimensions quantitatives et qualitatives, en milieux et réseaux.

PPR « Autonomie »

Le CNRS pilote le nouveau PPR sur l'autonomie, lancé en mars avec un budget de 30 M€ sur 5 ans. À la croisée de nombreuses disciplines, il a pour objectif de préserver l'autonomie des personnes, qu'elles soient concernées par le vieillissement ou une situation de handicap.



Enregistrement des mouvements et forces générés par la pratique de l'aviron. L'objectif de cette campagne, réalisée par l'Institut Pprime³, est d'optimiser les performances, de prévenir les blessures et de démontrer que chaque rameur a son propre système de coordination musculaire.
© Cyril FRESILLON / Pprime / CNRS Photothèque

PPR « Sport »

Doté de 20 M€, le PPR Sport de très haute performance a été confié au CNRS pour le pilotage scientifique. Ce PPR, dont les 6 lauréats du second appel à projets ont été annoncés en août 2021, vise à financer des projets de recherche dans le domaine de la performance sportive. Les résultats seront exploités par les meilleurs athlètes français en vue des Jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024.

Autour de ce PPR, un groupement de recherche dédié au sport a été créé pour fédérer l'ensemble des acteurs (laboratoires de recherche, industriels, fédérations sportives, athlètes et citoyens) autour de thématiques relatives à la performance sportive, à l'économie des produits liés au sport (équipements et matériels, tourisme et loisirs, environnement, grands événements, etc.), ou encore à la santé. Certaines applications sont par ailleurs d'intérêt pour la pharmacologie, la nutrition, les matériaux, les phénomènes physiques, les neurosciences, la psychologie, la physiologie ou encore la médecine.

Près de
1 400
scientifiques
dans plus de
150 laboratoires
impliqués dans
le GDR Sport.

FOCUS START-UP

Des systèmes sécurisés pour les drones

La start-up Hyperion 7 commercialise un drone sans risque de chute sur du public ou des infrastructures sensibles. Ce système ultra-sécurisé, développé par une équipe du Laboratoire sur les vulnérabilités et l'innovation dans le sport² et du Laboratoire de géologie de Lyon³, vise la retransmission d'événements sportifs ou culturels et la surveillance de sites.



Le drone ultra-sécurisé de la start-up Hyperion 7.
© Hyperion 7

TERRITOIRES DU FUTUR



Villes durables, matériaux et mobilités, le CNRS contribue à la compréhension et la construction de solutions optimales pour accompagner la croissance d'une population française qui a principalement porté sur les grands ensembles urbains, et en particulier sur les zones périurbaines.

CONCEVOIR LA VILLE DE DEMAIN

PEPR d'accélération « Solutions pour la ville durable et innovations territoriales »

Favoriser l'émergence de nouvelles façons de concevoir, fabriquer et gérer les villes sont notamment les objectifs conjoints du CNRS et de l'université Gustave Eiffel au travers du PEPR stratégies nationales « Solutions pour la ville durable et innovations territoriales ». Il vise, avec une enveloppe de 40 M€ allouée depuis mai 2021, à refonder le développement urbain autour des quatre défis que sont la sobriété, la résilience, l'inclusion et la production urbaine. La Fédération de recherche en environnement et durabilité (FERED) du CNRS et de l'université de Strasbourg a participé au montage de ce PEPR dans le domaine de la « Ville durable », entre autres pour la stratégie « Solutions pour la ville durable et le bâtiment innovant ».

Changement climatique et conception des villes

En lien avec le changement climatique et son impact sur la conception des villes, la collaboration entre le CNRS et Météo-France apporte une forte plus-value au travers de projets tels que H2C (*Heat and health in cities*, chaleur et santé dans les villes) sur la compréhension des îlots de chaleur et leurs impacts sanitaires, ou ACROSS, sur les interactions entre les masses d'air urbaines et celles émises par la végétation dans la formation des polluants nocifs.

MATÉRIAUX : LA VOIE DU RECYCLAGE

PEPR « Recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux recyclés »

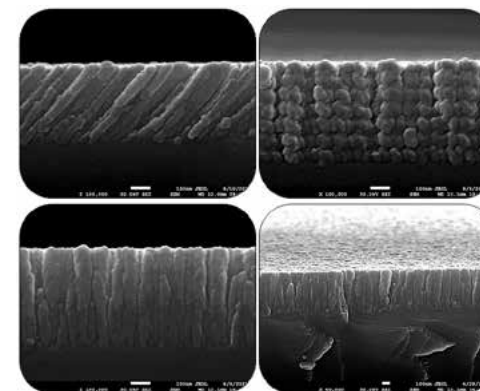
Afin de relever un certain nombre de défis écologiques, économiques et technologiques nécessaires à la transition vers une économie circulaire, compétitive et respectueuse de l'environnement, le CNRS pilote le PEPR des stratégies nationales « Recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux recyclés ». Ce programme, à hauteur de 40 M€, lancé le 13 septembre, est centré sur cinq matériaux utilisés quotidiennement : les plastiques, les matériaux composites, les textiles, les métaux stratégiques et les papiers/cartons.

FOCUS START-UP

Recycler les métaux et terres rares des batteries

La start-up Mecaware, issue des travaux menés à l'Institut de chimie et biochimie moléculaires et supramoléculaires¹, développe un procédé d'extraction sélective des métaux et terres rares des batteries, moins polluant et moins consommateur d'énergie que les procédés existants. L'objectif est de montrer qu'à partir d'une matière première issue des rebuts de production ou des batteries en fin de vie, il est possible de produire des métaux répondant aux spécifications demandées par les producteurs. La croissance constante du parc de véhicules électriques en Europe impose de recycler efficacement les batteries.

MATÉRIAUX : LA VOIE DE L'INNOVATION



Images au microscope électronique des surfaces nanostructurées. © PRIMEO

FOCUS LABORATOIRE COMMUN

Des matériaux pour les composants optiques

Le laboratoire commun PRIMEO, fondé par l'Institut Pprime et Safran Electronics & Defense, explore notamment le domaine des matériaux optiques innovants et de la nanostructuration de surface. Ces travaux doivent permettre de développer et mûrir des briques technologiques et des process permettant de mieux répondre à des besoins techniques et opérationnels, et de développer au sein de Safran Electronics & Defense des lignes de produits plus compétitives.

MATÉRIAUX : LA VOIE DE L'INNOVATION

PEPR exploratoire « Diademe »

Le CNRS s'engage aux côtés du CEA, en partenariat avec des universités¹, dans le pilotage du PEPR exploratoire « Diademe » (Dispositifs intégrés pour l'accélération du déploiement de matériaux émergents). Ce programme, de plus de 80 M€, vise à accélérer la conception et l'arrivée sur le marché de matériaux plus performants, durables et issus de matières premières non critiques et non toxiques. Il s'appuie sur des plateformes, initialement dédiées à des classes de matériaux stratégiques, qui doivent permettre de faire passer le cycle d'identification de matériaux de 20 ans à entre 4 et 10 ans.



Les alliages métalliques développés par IPERS font d'excellents matériaux pour construire des fours supportant des conditions extrêmes.
© Manoir Industries

FOCUS LABORATOIRE COMMUN

Des alliages innovants pour des entreprises compétitives

Le Groupe de physique des matériaux² et Manoir Pitres (filiale de Manoir Industries) ont développé de nouveaux alliages métalliques à haute performance grâce au laboratoire commun de recherche IPERS. Cette collaboration a abouti à l'invention et à la commercialisation de l'alliage Manaurite® XAl4, dont les ventes représentent à présent un tiers des tubes de vapocraquage de l'entreprise.

L'AUTOMOBILE ET LES MOBILITÉS



Une filière dédiée automobile et mobilités

Au cœur des axes de recherche qu'ouvrent la question de l'aménagement des territoires et le bien-être des citoyens, le CNRS, aux côtés des acteurs des mobilités et de l'automobile, mobilise son excellence scientifique pour relever les nouveaux défis technologiques, environnementaux et sociétaux au travers d'une filière dédiée. Pour contribuer à la liberté de se déplacer en toute sécurité et dans le confort individuel et collectif, le CNRS a défini quatre domaines de recherche et d'innovation au service de la filière : conception durable ; mobilités, bien-être et villes inclusives ; énergies nouvelles et nouveaux systèmes énergétiques ; IA, systèmes intelligents et sciences des données.

Plus de
1 000
chercheurs et enseignants-chercheurs travaillent sur la thématique de l'automobile et des mobilités.

© Cyril FRESILLON / LSCP / ENS / EHESS / CNRS Photothèque



INÉGALITÉS ÉDUCATIVES

Le CNRS est le seul organisme à réunir, dans ses unités de recherche, la palette complète des recherches nécessaires pour appréhender les inégalités éducatives. Il peut ainsi contribuer à proposer des solutions à ce phénomène, durable et d'ampleur, fortement aggravé pendant la crise sanitaire. L'enseignement numérique est l'un des leviers pour l'amortir.

PEPR des stratégies nationales « Enseignement et numérique »

Aux côtés de l'AMU et d'INRIA, le CNRS co-pilote le PEPR des stratégies nationales « Enseignement et numérique », doté de 77 M€. Cette stratégie d'accélération doit permettre de dynamiser et de structurer le secteur numérique éducatif, en développant des marchés viables, en particulier avec le secteur public, et en soutenant des acteurs nationaux de grande taille. Autour de ce PEPR, le CNRS mobilise notamment un réseau thématique pluridisciplinaire dédié aux inégalités éducatives, aux politiques éducatives comparées, aux pratiques et dispositifs pédagogiques pour penser le lien entre la recherche et l'école. Ce réseau, qui s'est aussi investi dans des recherches sur le thème « Covid-19 et éducation », propose des solutions fondées sur des approches statistiquement représentatives et des indicateurs innovants de la qualité éducative.



FOCUS LABORATOIRE COMMUN

Accompagner l'apprentissage

Le laboratoire commun Script&Labs entre la PME Learn&Go et l'IRISA³ a permis de développer et d'industrialiser le logiciel Kaligo, qui utilise l'intelligence artificielle pour accompagner l'apprentissage de l'écriture manuscrite et des mathématiques.

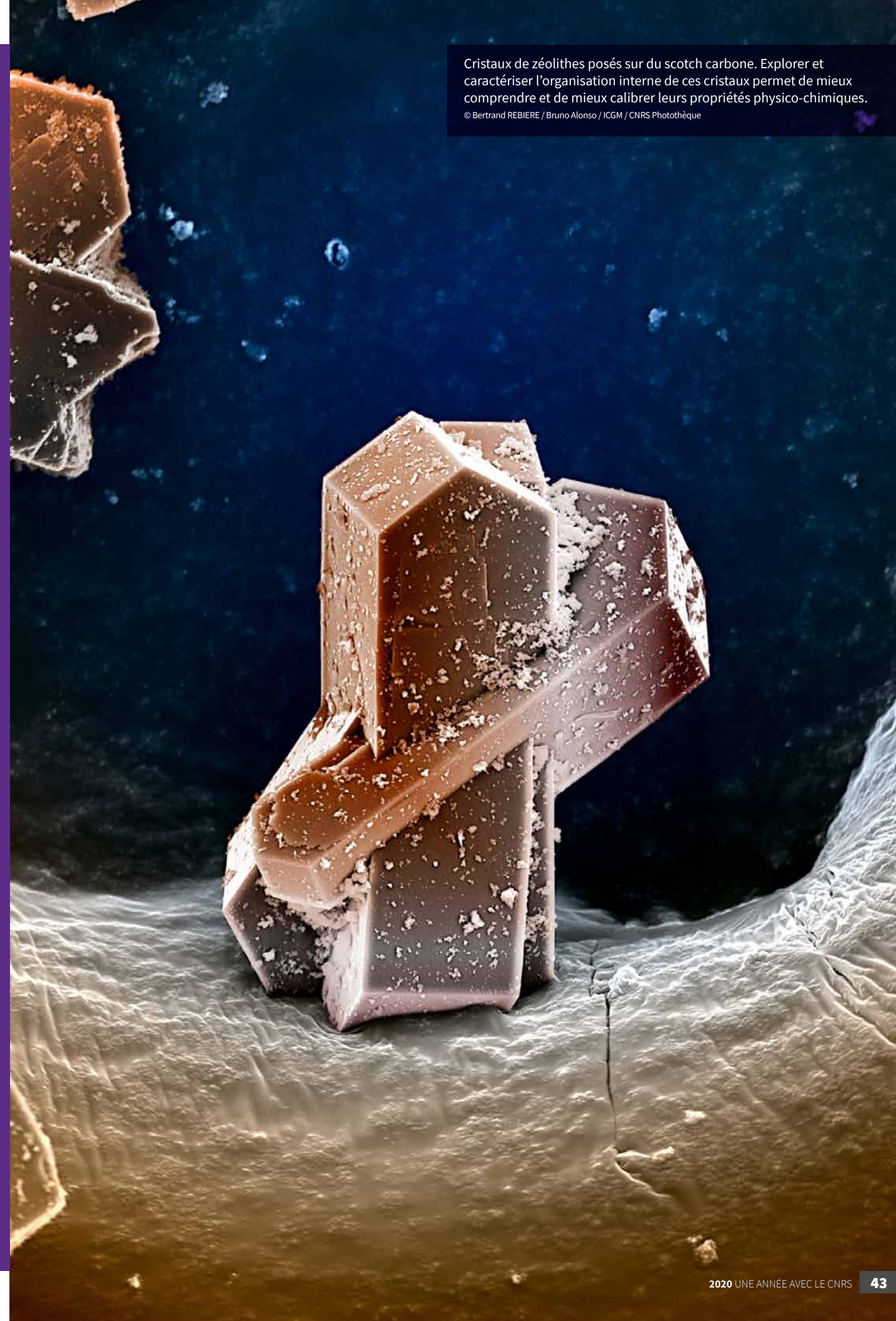
Un enfant apprend à écrire avec Kaligo. @Learn&Go

LA SCIENCE EN 2021

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.

Cristaux de zéolithes posés sur du scotch carbone. Explorer et caractériser l'organisation interne de ces cristaux permet de mieux comprendre et de mieux calibrer leurs propriétés physico-chimiques.

© Bertrand REBIERE / Bruno Alonso / ICGM / CNRS Photothèque





Alain Schuhl,
directeur général
délégué à la science

© Frédérique Plas/CNRS Photothèque

Quel rôle joue le CNRS dans la recherche mondiale ?

Le CNRS mène des recherches fondamentales qui se placent au meilleur niveau mondial, développe des coopérations avec les institutions les plus renommées internationalement et promeut des collaborations scientifiques avec des laboratoires sur tous les territoires. En 2021, nous avons par exemple créé deux nouveaux bureaux, en Australie et au Canada, pour amplifier les collaborations scientifiques entretenues avec l'Océanie et le Canada. L'établissement a par ailleurs dévoilé en décembre son « plan Afrique », une feuille de route sur 10 ans pour construire des coopérations scientifiques sur le long terme avec ce continent dont le nombre de publications a doublé en moins de 10 ans. Le CNRS a aussi présenté au printemps 2021 sa stratégie européenne qui comprend plus d'une vingtaine d'actions pour améliorer la participation du CNRS aux programmes de recherche et d'innovation de l'Union européenne. Parmi elles, la mise en place de groupes miroirs pour promouvoir les positions du CNRS auprès du ministère ou de Bruxelles sur les thématiques des futurs appels à projets européens et la mise en place d'un responsable pour coordonner et augmenter l'impact de nos projets scientifiques avec nos partenaires européens.

En France, le CNRS s'est donné pour mission de relever six défis sociétaux : Changement climatique ; Inégalités éducatives ; Intelligence artificielle ; Santé et environnement ; Territoires du futur et Transition énergétique. Quelle dynamique a été mise en place ?

Pour répondre aux six défis sociétaux pour lesquels le CNRS a l'ambition d'apporter une contribution significative grâce à sa large couverture disciplinaire, nous avons, pour chacun, mis en place un groupe de travail, avec des représentants de tous les instituts du CNRS, afin d'apporter de nouvelles réponses pluridisciplinaires, complémentaires aux approches disciplinaires déjà existantes. Ces groupes de travail viennent par ailleurs renforcer l'implication de l'établissement dans la stratégie nationale de la recherche en se focalisant sur des sujets autour des PEPR dont le CNRS est pilote ou co-pilote. L'appréhension de ces défis est différenciée selon le degré de maturité des recherches et des actions déjà mises en place. Pour ne citer que quelques exemples des premières actions menées, le défi Intelligence artificielle a déjà bénéficié du lancement d'un centre interdisciplinaire numérique dédié « L'IA pour les sciences, les sciences pour l'IA », qui a déjà été financé à hauteur de 1 million d'euros ; celui des Inégalités éducatives du recrutement d'une grappe de six doctorants dédiés ; et le défi Santé et environnement d'un appel à projets scientifiques interdisciplinaires dédié à trois observatoires pluridisciplinaires que sont la zone Camargue, i-Globe et le Territoire Seine.

“ LA SCIENCE OUVERTE, UNE DES PRIORITÉS DU CNRS ”

La plateforme HAL a célébré cette année ses 20 ans d'existence. Quels sont les ambitions et les enjeux de la science ouverte portés par l'établissement ?

La science ouverte est une des priorités du CNRS et il œuvre pour rendre accessibles les productions et données scientifiques. Ainsi, l'évaluation des chercheurs a évolué d'une part pour mieux prendre en compte l'éventail large de leurs missions et d'autre part, pour la rendre compatible avec cette ouverture. Avec une croissance significative de 10 % sur un an, le CNRS porte en 2021 à près de 80 % le nombre de ses publications en accès libre. La politique de sauvegarde des données du CNRS s'inscrit dans la stratégie nationale portée par le MESRI de création d'un entrepôt national de données qui permettra de les rendre « FAIR », Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables, Réutilisables.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET NUMÉRIQUE



PR2, un robot de service autonome capable de reconnaître des objets.
© Cyril Fresillon / LAAS-CNRS / CNRS Photothèque

L'IA pour les sciences, les sciences pour l'IA

Fin novembre, le CNRS a lancé le centre interdisciplinaire numérique « L'IA pour les sciences, les sciences pour l'IA », financé par la Direction générale déléguée à l'innovation à hauteur de 1 million d'euros. Unique dans le paysage européen, il a vocation à s'attaquer à de grands challenges scientifiques et à faire émerger de nouveaux questionnements aux interfaces.

LA SCIENCE EN CHIFFRES

22
prix Nobel

12
médaillles Fields

Plus de
100
Académiciennes et Académiciens

Près de
80 %
des publications du CNRS en accès ouvert



Le nouveau bâtiment du pôle Balard à Montpellier.

© Reichen et Robert & associés

Un nouveau pôle d'excellence de la chimie

Dans un nouveau bâtiment de 25 000 m² financé par un contrat État-Région avec la Région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée et installé sur un terrain du CNRS, le pôle Balard, qui comprend la plupart des laboratoires de chimie de Montpellier, dont l'ICGM¹ et l'IBMM², va rassembler ses équipes, permettant de rationaliser ses coûts et de créer une nouvelle dynamique de site. Cette convention, qui vient d'être signée après 10 ans de préparation, prélude au rapatriement de ses moyens de calcul au Centre informatique national de l'enseignement supérieur (CINES) à Montpellier, un des trois centres de calcul nationaux français.

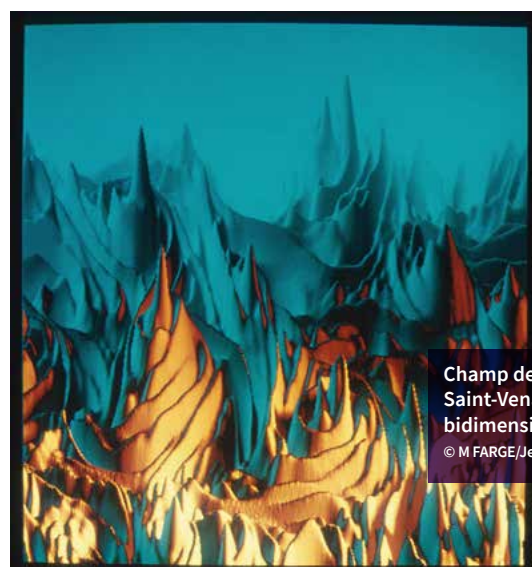
Les SHS mobilisées face à la crise sanitaire

L'Institut des sciences humaines et sociales (INSHS) du CNRS a publié, en novembre 2020, un rapport intitulé « Les sciences humaines et sociales face à la première vague de la pandémie de Covid-19 – Enjeux et formes de la recherche ». Il fait état des connaissances et des questions de recherche à instruire. Rédigé entre la sortie du premier confinement et l'entrée dans la deuxième vague de la pandémie, il rend compte des contributions de recherche dans cette période, par exemple sur les sujets de la science ouverte, des nouvelles méthodologies en temps de confinement et du renforcement des collaborations entre disciplines de recherche. Ses analyses ont été réactualisées à l'occasion de la parution d'un ouvrage collectif, *La Pandémie, un fait social total* (CNRS Éditions, octobre 2021).

Covidanosmie.fr pour une rééducation olfactive

Une équipe de médecins experts, de scientifiques du CNRS, du CHRU de Tours, de l'université de Tours et de membres de l'association de patients anosmie.org ont conçu, avec la start-up Kelindi qui l'a développée, l'application Covidanosmie.fr, qui optimise la rééducation olfactive des patients.

ENVIRONNEMENT



Champ de vorticité. Solution des équations de Saint-Venant simulant un écoulement turbulent bidimensionnel.
  M FARGE/Jean-François COLONNA/CNRS Photothèque

Des mathématiques pour la planète

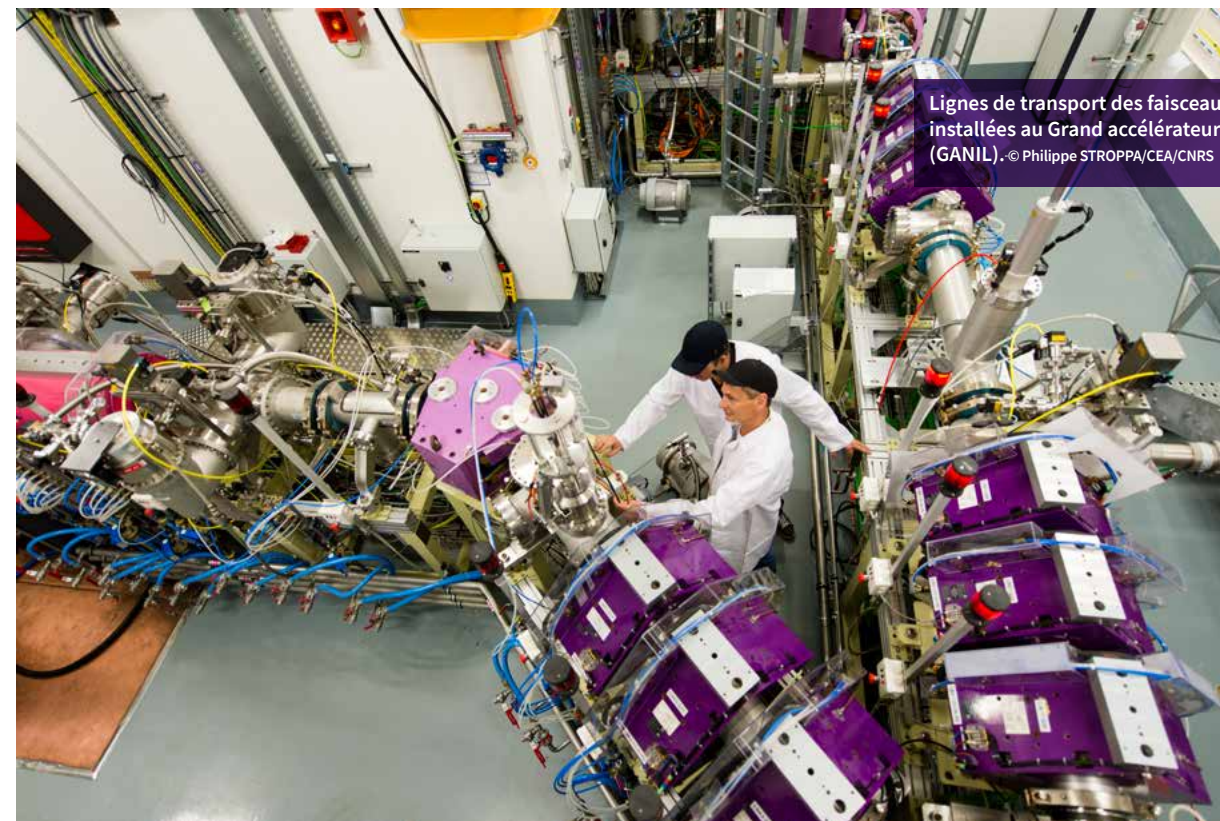
Le 20 mai 2021, le CNRS et ses partenaires¹ ont créé l'Institut des mathématiques pour la planète Terre pour renforcer les collaborations autour des mathématiques afin de répondre aux défis environnementaux d'aujourd'hui et de demain.

Développement durable

Antoine Petit, président-directeur général du CNRS et Philippe Mauguin, président-directeur général d'INRAE, ont signé, en décembre, un accord-cadre de 5 ans autour des défis climatiques, sanitaires et environnementaux.

Fédérer la recherche sur son impact environnemental

Lancé en juin 2021, le GDR Labos 1point5, soutenu par l'ADEME, INRAE et le CNRS, a pour ambition de structurer les activités de recherche sur l'empreinte carbone à l'échelle de la France sur une période de 5 ans. Il est organisé autour de la mesure et la caractérisation de l'empreinte de la recherche publique en France en matière d'émission de gaz à effet de serre, de l'étude de l'organisation et des pratiques de recherche en lien avec cette empreinte, et de l'accompagnement et la facilitation de la mise en place de trajectoires de réduction au sein des laboratoires.



Lignes de transport des faisceaux d'ions de SPIRAL2, installées au Grand accélérateur national d'ions lourds (GANIL).   Philippe STROPPA/CEA/CNRS

L'accélérateur Spiral2 démarre ses premières expériences

Piloté conjointement par le CNRS et le CEA, l'accélérateur Ganil-Spiral2,   Caen, est opérationnel depuis l'automne 2021. Plus modulable que son prédécesseur, il peut produire des particules légères comme des ions lourds.

Le 50  anniversaire de l'IN2P3

Le 14 avril 1971 naissait l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) du CNRS. Pour marquer ses 50 ans et lancer les célébrations qui se sont déroulées dans l'ensemble de ses laboratoires d'avril à octobre 2021, l'institut a convié tous ses personnels et partenaires à participer à un événement inaugural le 14 avril 2021, auquel s'est joint Antoine Petit, président-directeur général du CNRS.



Le Centre de calcul de l'IN2P3 (CC-IN2P3) conçoit et opère un système de stockage de masse et de traitement de grandes quantités de données, contribuant ainsi à de nombreuses expériences d'envergure internationale.
  Cyril FRESILLON / CC IN2P3 / CNRS Photothèque



Prélèvement d'eau de la mangrove du Moule, en Guadeloupe.
© Cyril FRESILLON / PEPSEA / CNRS Photothèque

Une cellule pour les enjeux relatifs à l'eau

Le 22 mars, à l'occasion de la Journée mondiale dédiée, le CNRS a lancé sa cellule Eau, véritable vecteur d'une dynamique de recherche transversale sur des thèmes allant de la disponibilité et répartition de l'eau douce à son utilisation en agriculture, et les conséquences sur la qualité de l'eau et la biodiversité, etc.

7

navires de stations sont opérés par le CNRS au sein de la flotte océanographique française, l'une des trois flottes les plus importantes d'Europe.

Le CNRS structure la recherche portuaire française

À la demande de la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer, le CNRS a été chargé d'établir un état des lieux de la recherche portuaire française sous la forme d'un livre blanc publié début 2022. Cette demande entre dans le cadre de la stratégie nationale portuaire, présentée lors d'un Comité interministériel de la mer (Cimer) début 2021, qui vise à accroître la compétitivité et l'attractivité des ports français dans le paysage mondial. Elle bénéficiera notamment du plan France Relance qui prévoit 175 M€ pour accélérer la transition écologique des ports français entre 2020 et 2022, ainsi que des investissements dans le ferroviaire, le fluvial ou les carburants alternatifs comme l'hydrogène.

Un nouveau groupement de recherche pour l'Océan

Lancé en janvier 2021 pour une durée de 5 ans, le GDR Omer ambitionne de faire de la multi-disciplinarité son étendard en abordant l'océan aussi bien par la philosophie, le climat, la sociologie, le droit maritime, la biodiversité ou encore le traitement du signal de capteurs nouveaux. À terme, ce GDR devrait regrouper 4 à 5 000 chercheurs autour de quatre axes : la contextualisation des biens et services fournis par l'Océan, l'innovation pour mieux caractériser son état actuel, la modélisation de l'Océan et de son évolution et la conservation, la préservation et la gestion durable des socio-écosystèmes marins.

La Fondation CNRS étend son action

Le 8 janvier 2021, le CNRS a inauguré la Fondation Rescue Ocean, première fondation sous égide de la Fondation CNRS qui permet le financement de projets scientifiques. Rescue Ocean vise à développer des actions à travers lesquelles les citoyens pourront apporter leur concours à des projets de recherche liés à l'océan et sa préservation, tels que former des bénévoles, afin de contribuer aux opérations de ramassage organisées dans le cadre du programme Preventing Plastic Pollution, ou soutenir le navigateur de course au large Axel Thréhin, ambassadeur de l'association, dont le bateau sera équipé de capteurs de microplastiques. Enfin, au laboratoire MARBEC¹, Rescue Ocean permettrait de compléter la base de référence génétique source de diagnostics rapides et exhaustifs de la biodiversité marine à travers le monde. La Fondation se veut ainsi un bon vecteur pour accompagner des projets à but non lucratif, comme le développement de logiciels et données libres, soutenus par des dons et du mécénat.



Rencontre entre biologistes, écologues, hydrogéologues et sociologues autour d'un exercice d'exploration du milieu souterrain invisible (échantillonnage de sol) dans le cadre du projet Rivières2070, lauréat du programme 80|Prime.
© Laurent Longuevergne/CNRS

80

projets sont lauréats pour la troisième édition du programme 80/Prime, qui finance des projets de recherche interdisciplinaires multi-équipes, avec un budget annuel maximal par projet de 30 000 € sur deux ans.

Le CNRS demande la libération de Fariba Adelkhah

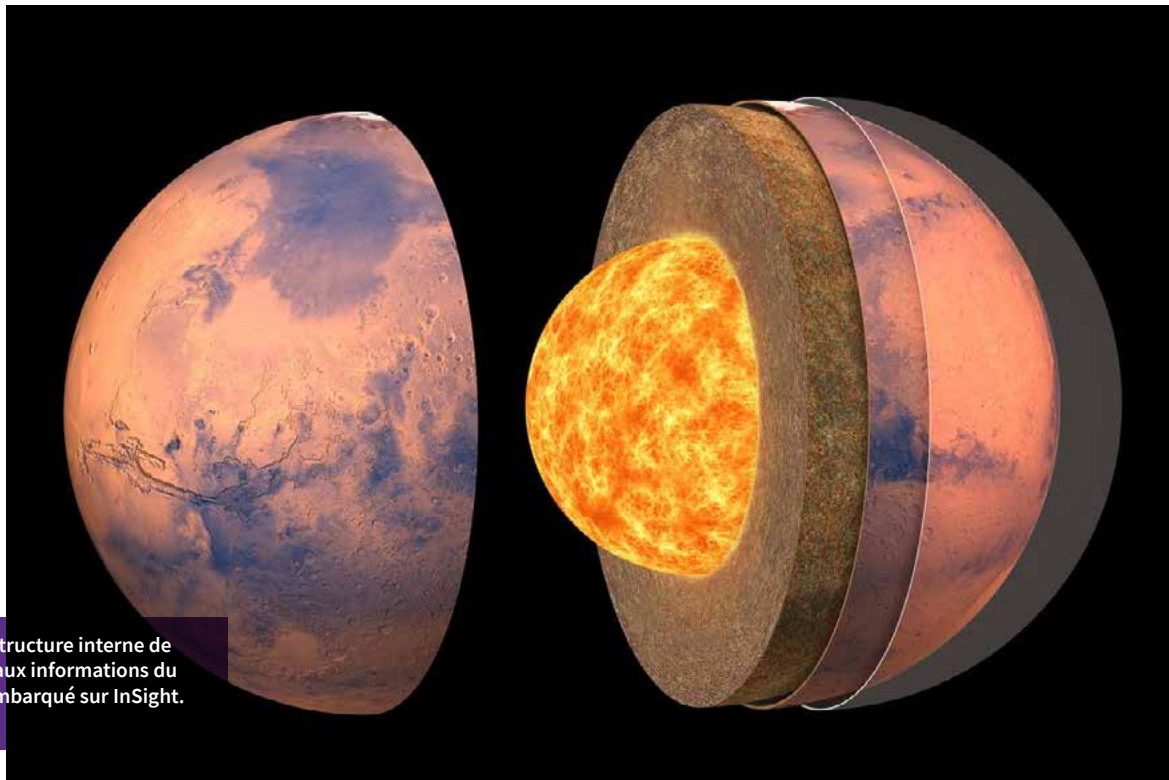
Le CNRS condamne avec la plus grande fermeté l'emprisonnement arbitraire de Fariba Adelkhah, anthropologue et directrice de recherche au Centre de recherches internationales², emprisonnée en Iran le 5 juin 2019. Bénéficiant d'une assignation à résidence sous le contrôle d'un bracelet électronique depuis le 3 octobre 2020, elle a été réincarcérée, le 12 janvier 2022. Le CNRS déplore son emprisonnement qui fait peser une menace sur la libre circulation indispensable à l'exercice de la recherche et demande sa libération définitive.



Vue d'artiste de l'instrument SuperCam, embarqué sur le rover Perseverance, tirée du film « Supercam, des yeux et des oreilles sur Mars ». © CNRS / CNES - 2021

SuperCam, le couteau suisse de la recherche sur Mars

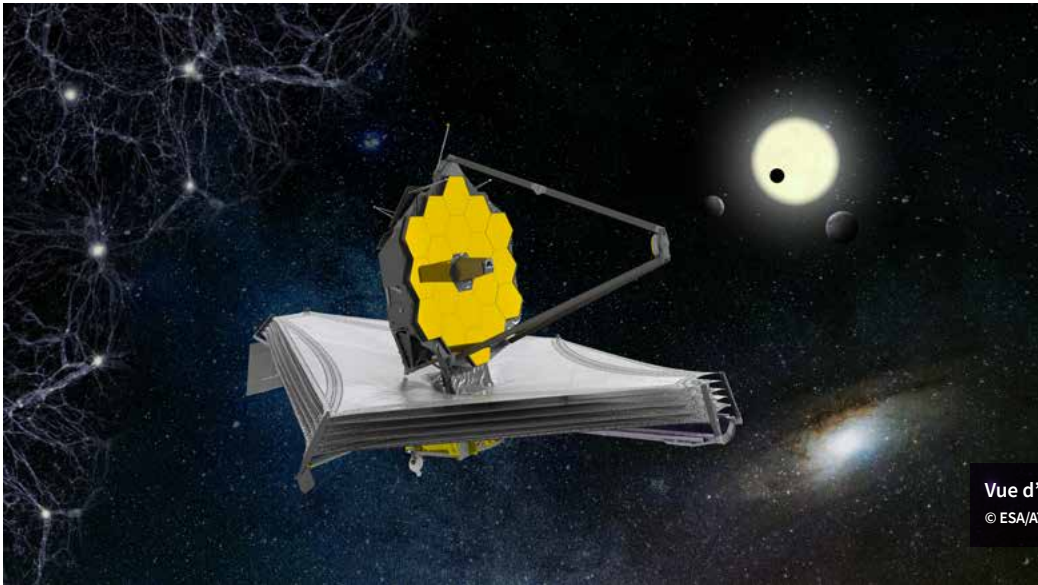
Le 18 février 2021, le rover Perseverance s'est posé sur Mars. Équipé de l'instrument SuperCam, développé conjointement par des laboratoires du CNRS et de ses partenaires ainsi que le Los Alamos National Laboratory (États-Unis), l'outil a permis de confirmer que le cratère Jezero, site d'atterrissage du rover, a bien abrité un lac, il y a 3,6 milliards d'années. Ces conclusions ont été publiées dans *Science* par une équipe internationale, dirigée par Nicolas Mangold, directeur de recherche CNRS au Laboratoire de planétologie et géodynamique¹, qui a notamment impliqué en France des scientifiques de l'université Claude Bernard Lyon 1 et de l'université Toulouse III – Paul Sabatier². Véritable couteau suisse de la mission, SuperCam est équipé de cinq techniques de mesure destinées à étudier la géologie de Mars et aider à la sélection des échantillons que collectera le rover.



Vue d'artiste de la structure interne de Mars établie grâce aux informations du sismomètre SEIS embarqué sur InSight. © IPGP/David Ducros

Les secrets du sous-sol martien dévoilé

C'est à partir d'une dizaine de séismes détectés sur Mars par le sismomètre très large bande SEIS, dont la responsabilité scientifique est assurée par l'Institut de physique du globe de Paris³, qu'une équipe internationale de chercheurs du CNRS et de ses partenaires⁴ révèle pour la première fois, dans trois études publiées en juillet dans *Science*, une estimation de la taille de son noyau, de l'épaisseur de sa croûte et de la structure de son manteau. Il s'agit de la première exploration par la sismologie de la structure interne d'une planète tellurique autre que la Terre et d'une étape importante pour comprendre la formation et l'évolution thermique de Mars.



Vue d'artiste du télescope James Webb. © ESA/ATG medialab

Un succès pour le lancement du télescope spatial James Webb

Le 25 décembre 2021, le télescope spatial James Webb a été lancé avec succès dans l'espace. Il est équipé notamment de l'imageur français MIRIM (MIRI iMager), développé par le CEA avec des équipes du CNRS et de ses partenaires¹, sous la responsabilité du CNES.

SCIENCE OUVERTE

Des publications et des données pour une science vraiment ouverte

En 2021, près de 80 % des publications du CNRS sont en accès libre. Ce succès est le reflet de la politique volontariste de l'établissement, notamment dans la modernisation de l'évaluation des chercheurs et l'obligation de dépôt dans les archives ouvertes HAL. Au-delà des publications, le CNRS s'engage sur le sujet de la pérennité des données de la recherche au travers de la question d'un entrepôt national de données, constatant une absence de stratégie de stockage à long terme dans plus de 60 % des laboratoires.

20 ans d'engagement pour HAL

Le 24 novembre, l'archive ouverte HAL, lancée par le CNRS en 2001, a célébré ses 20 ans. Aujourd'hui, elle contient plus de 2,7 millions de documents scientifiques et se décline en 139 portails institutionnels qui couvrent toutes les communautés scientifiques et une grande partie des institutions de recherche françaises.

16

projets coordonnés par le CNRS ont été retenus suite à l'appel à manifestation d'intérêt EquipEx+ du Programme d'investissements d'avenir (PIA3)

INTERNATIONAL

Présent sur tous les continents, le CNRS s'associe aux institutions les plus renommées internationalement pour mener des recherches fondamentales qui se placent au meilleur niveau mondial.

EUROPE

Bilan du programme de recherche Horizon 2020

Le programme Horizon Europe est venu remplacer, le 1^{er} janvier 2021, le programme de recherche Horizon 2020 qui a été le plus grand programme de recherche et d'innovation de l'Union européenne avec près de 80 milliards d'euros sur sept ans. Le CNRS a été le 1^{er} organisme bénéficiaire (en France et en Europe), avec un total de 1 843 contrats signés pour un montant net de près de 1,2 milliard d'euros, un taux de succès moyen de ses projets de plus de 19 %, le plaçant en tête des organismes du G6, et une augmentation de plus de 48 % des financements perçus par rapport au programme précédent.



Amanda Silva Brun, cofondatrice de la start-up EVerZom, surveillant la production de vésicules extracellulaires en « bioréacteur » de type cuve agitée.
© Frédérique PLAS/CNRS Photothèque

5

start-up issues de laboratoires du CNRS et de ses partenaires ont été sélectionnées dans le cadre de l'appel Accelerator de l'European Innovation Council pour des financements allant de 2 à 10 millions d'euros : Alice & Bob¹, EVerZom², Qubit Pharmaceuticals³, Lactips⁴ et Aenitis⁵.

Pour une Europe de l'innovation

13 projets liés au CNRS sont lauréats du programme du Conseil européen de l'innovation EIC Pathfinder dont l'objectif est de détecter et développer des innovations technologiques créatrices de marchés à moyen ou long terme. Le CNRS est par ailleurs coordinateur de 5 des 6 projets portés par des organismes français.

Premier laboratoire commun franco-espagnol

Le laboratoire international FSLAC (French-Spanish laboratory for astrophysics in Canarias), fruit des collaborations en astrophysique entre le CNRS et l'Institut d'astrophysique des Canaries (IAC), est dédié à trois grands axes de recherche impliquant des équipements lourds en astronomie gamma de très haute énergie, en physique solaire et pour trouver une mesure du fond diffus cosmologique micro-ondes.



Feuille de route Europe

La feuille de route Europe décline la stratégie européenne du CNRS pour poursuivre et développer sa participation aux programmes européens et accroître son influence au sein de l'Espace européen de la recherche. Organisée en trois volets complémentaires autour des trois mots d'ordre influencer, soutenir et inciter, elle comprend plus d'une vingtaine d'actions avec pour première cible le nouveau programme-cadre de recherche et d'innovation 2021-2027, Horizon Europe, doté de plus de 95 milliards d'euros.

Allemagne-France : une délégation pour renforcer la collaboration scientifique

Le 27 septembre, le CNRS et son président-directeur général Antoine Petit ont mis en valeur la collaboration scientifique avec l'Allemagne en recevant une délégation de présidents, vice-présidents et chanceliers de dix-neuf universités allemandes. Cette visite s'est effectuée dans le cadre d'un séjour d'une semaine visant à familiariser la délégation avec les acteurs français de la recherche et de l'enseignement supérieur.

Un nouveau laboratoire franco-italien

En décembre, le CNRS et l'Istituto Nazionale di Alta Matematica, organisme de recherche italien qui gère, promeut et coordonne la recherche mathématique en Italie, ont créé le Laboratoire Ypatia des sciences mathématiques (LYSM), deuxième Laboratoire international de recherche (IRL) du CNRS en Italie.

L'INTERNATIONAL EN CHIFFRES

Près de 80 laboratoires de recherche internationaux dont 5 créés en 2021

Près de 300 projets et réseaux de recherche internationaux en cours en 2021 dont 62 nouveaux en 2021

Plus de 650 lauréats et lauréates du Conseil européen de la recherche (ERC) dont 62 en 2021

1^{er} organisme bénéficiaire du programme Horizon 2020, avec plus de 1 800 contrats signés pour un montant total de près de 1,2 milliard d'euros

Plus de
50

projets, présentés lors d'un bilan mi-parcours en novembre à Strasbourg, ont été financés par le programme Make our planet great again (MOPGA). MOPGA a notamment attiré en France 21 lauréats américains pour des recherches sur le dérèglement climatique.

Russie : 20 ans de recherches collaboratives

En mars 2021, le CNRS a fêté les 20 ans de l'Interdisciplinary scientific center Poncelet, laboratoire de mathématiques fondamentales, de physique mathématique et d'informatique théorique basé à Moscou.

Un nouveau laboratoire international (IRL) en Russie

Le CNRS et l'Institut d'archéologie et d'ethnographie de la branche sibérienne de l'Académie des sciences de Russie (IAET, RAS) se sont associés pour créer en avril le laboratoire international conjoint Archaeozoology in Siberia and Central Asia - ZooSCAN consacré à l'étude des relations animaux humains / non humains en Sibérie et en Asie centrale depuis le Pléistocène jusqu'au début de l'Holocène.

La recherche française en déplacement outre-Atlantique

Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, a accompagné la ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, Frédérique Vidal, aux côtés d'autres représentants du monde de la recherche française, au sixième Comité mixte franco-américain de décembre, à Washington, pour la coopération en science et technologie (Comix). L'objectif de cette rencontre : relancer la collaboration entre la France et les États-Unis dans les domaines de l'environnement, de la lutte contre le changement climatique et de la santé, mais aussi définir des collaborations prioritaires autour de technologies émergentes. Cette rencontre a notamment abouti à la promesse d'un accord-cadre entre la Fondation nationale pour les sciences aux États-Unis (NSF) et l'Agence nationale de la recherche en France (ANR) pour favoriser la mobilité des chercheurs et des chercheuses ainsi que le partage des données scientifiques entre les deux pays.

OCÉANIE

Le premier laboratoire international (IRL) en Australie

Le nouvel IRL, Crossing, fruit de la collaboration entre le CNRS, IMT Atlantique, l'université d'Adélaïde, l'université de Flinders, l'université d'Australie du Sud et l'industriel français Naval Group, est dédié à l'intelligence artificielle pour trouver des solutions de collaborations efficaces et éthiques entre les humains, les intelligences artificielles et les systèmes autonomes.

AMÉRIQUE



Vue aérienne de Biosphère 2 à Oracle en Arizona. © Biosphere 2/The University of Arizona

Premier International research center (IRC) en Arizona

Le CNRS et l'université d'Arizona ont signé, le 14 avril, un accord de partenariat marquant la création du tout premier IRC de l'organisme autour de la recherche environnementale et spatiale et des sciences des données.

AFRIQUE



Plan pluriannuel de coopérations avec l'Afrique

Le CNRS s'est donné comme ambition de mieux et plus collaborer avec les pays d'Afrique, continent en plein essor et à fort potentiel scientifique. L'appel à propositions, clôturé en mars 2021, a permis d'établir une cartographie des intérêts partagés entre le CNRS et l'Afrique et de préfigurer une feuille de route pluriannuelle à destination particulièrement des pays d'Afrique subsaharienne, au regard de relations déjà établies avec l'Afrique du Sud, les pays du Maghreb et l'Égypte.

Analyse spectrophotométrique d'un fragment de paroi peinte issu de précédentes fouilles de l'abri de Pomongwe dans les Matobo, au Zimbabwe.

© Nicolas BAKER/TRACES/ARSCAN/CNRS Photothèque

ASIE



Vue d'artiste de la sonde Hayabusa 2.
© DLR/2018

35 M€

sur cinq ans accordés à un vaste projet collaboratif sur l'intelligence artificielle hybride porté par CNRS@Create, filiale du CNRS à Singapour.

Partenariat France-Japon autour d'un astéroïde

L'instrument MicrOmega, développé par l'Institut d'astrophysique spatiale¹, est utilisé pour analyser les fragments de l'astéroïde Ryugu, collectés par la sonde Hayabusa2, opérée par l'agence spatiale japonaise (JAXA).

7^e

IRL au Japon, ILANCE (International laboratory for astrophysics, neutrino and cosmology experiments), en partenariat avec l'université de Tokyo, étudie l'infiniment petit et l'infiniment grand.

10 ans de chimie durable à Shanghai

Le laboratoire commun CNRS/Solvay, Eco-efficient products & processes laboratory, spécialisé dans la découverte d'alternatives pour une chimie durable, notamment au niveau de la catalyse et du remplacement de dérivés de pétrole, a fêté cette année ses dix ans et est reconduit pour cinq ans.

DES SUCCÈS SUR LA SCÈNE INTERNATIONALE



Vue d'artiste des antennes du radiotélescope Square Kilometre Array (SKA).
© DLR/2018

Plus de

40

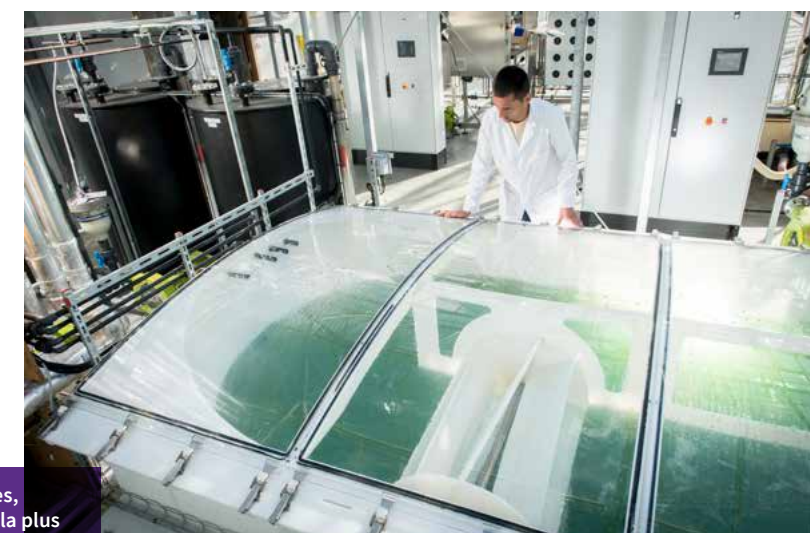
contrats doctoraux financés par le Joint PhD Program depuis 2019. En 2021, le CNRS a lancé la troisième édition du Joint PhD Program avec notamment l'université d'Arizona, l'université de Tokyo et la Wits University en Afrique du Sud, et deux partenaires existants, l'université de Toronto et Imperial College à Londres.

Défi des données : médaille d'or pour la France

Une équipe française menée par l'Observatoire de Paris-PSL, en collaboration avec le CNRS, l'Observatoire de la Côte d'Azur et plusieurs universités françaises, a remporté la médaille d'or de la compétition SKAO Data Challenge autour des données, lancée par l'organisation intergouvernementale Square kilometer array observatory (SKAO), chargée de construire le plus grand radiotélescope au sol du monde à horizon 2027. Ce succès a été permis grâce au supercalculateur Jean Zay du GENCI, développé par Hewlett Packard Entreprise et opéré par l'Institut du développement et des ressources en informatique scientifique (IDRIS)¹ du CNRS. La France a par ailleurs annoncé, en avril, sa volonté de rejoindre SKAO qui regroupe déjà sept pays.

Une coalition mondiale pour les algues marines

Le CNRS est pilote scientifique de Safe Seaweed Coalition, la première coalition mondiale dédiée à la valorisation des algues marines. Lancée le 17 mars par la Fondation Lloyd's Register, le CNRS et le Pacte mondial des Nations unies (UNGC), elle s'organise en trois grands axes que sont la sûreté alimentaire, la sûreté environnementale et la sûreté des travailleurs.



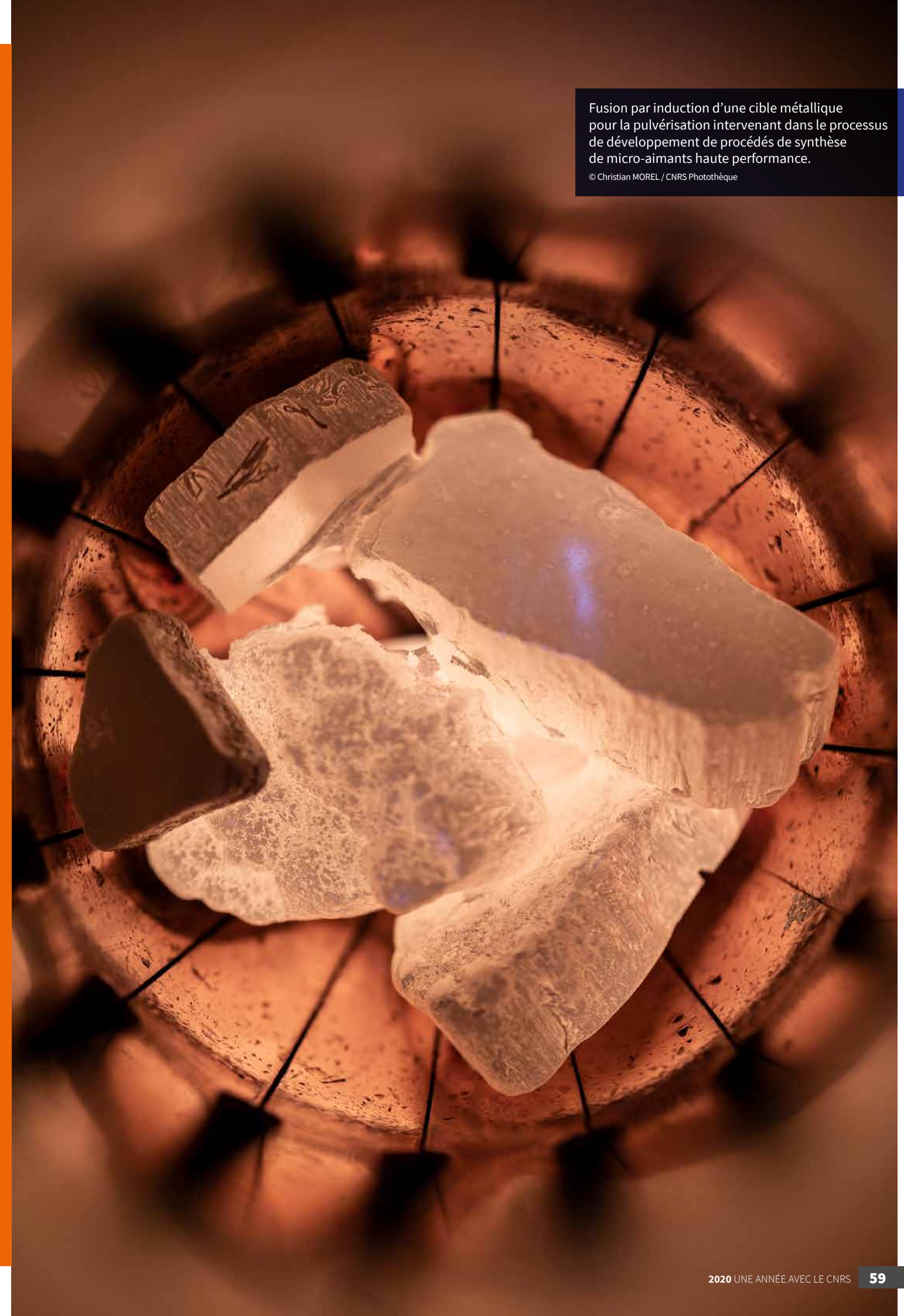
Bassin pour la culture de microalgues, ici la spiruline. Cette cyanobactérie, la plus produite en France, est considérée comme un « super-aliment », car riche en protéines.
© Jean-Claude MOSCHETTI/AlgoSolis/CNRS Photothèque

L'INNOVATION EN 2021

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.

Fusion par induction d'une cible métallique pour la pulvérisation intervenant dans le processus de développement de procédés de synthèse de micro-aimants haute performance.

© Christian MOREL / CNRS Photothèque





Jean-Luc Moullet,
directeur général
délégué à l'innovation

© Frédérique Plas/CNRS Photothèque

PME, TPE, grands groupes font appel à l'excellence scientifique du CNRS pour résoudre des problèmes technologiques. Comment le CNRS s'adapte-t-il pour répondre aux besoins particuliers des entreprises ?

L'une des forces de l'établissement est sa capacité à mettre autour de la table des experts pluridisciplinaires de très haut niveau pour travailler de manière coordonnée sur des problématiques industrielles. C'est d'un intérêt direct pour les industriels et cela permet aussi de nourrir nos sujets de recherche en anticipant les besoins scientifiques des entreprises. La Direction générale déléguée à l'innovation joue un rôle pivot dans l'établissement de ces relations en instaurant une relation de confiance et une dynamique favorable à ces échanges. En liaison étroite avec les instituts scientifiques et les délégations régionales du CNRS, nous proposons aux entreprises une palette très large de collaborations (identification d'experts, prestations, collaborations de recherche, laboratoires communs, plateformes technologiques, formations...). Nous travaillons aussi à l'identification et à l'accompagnement d'inventions issues des laboratoires pour les amener progressivement vers un niveau de maturité technologique qui permettra leur transfert vers les entreprises.

Le CNRS a célébré en 2021 le 200^e laboratoire commun en activité. Comment expliquez-vous le succès de cette forme de partenariat ?

Les laboratoires communs entre le CNRS et une entreprise se développent de manière remarquable depuis plusieurs années. Leur nombre a ainsi doublé en 5 ans et il s'en crée aujourd'hui plus d'un tous les 15 jours. Ce succès repose sur le travail de qualité des scientifiques et des laboratoires, mais aussi sur la relation de confiance établie dans le temps entre les entreprises et le CNRS, notamment dans le cadre de collaborations de recherche. Le laboratoire commun est une forme très aboutie de ces relations qui permet de définir des projets concrets sur lesquels travailler ensemble. Il repose ainsi sur une feuille de route partagée, des ambitions communes sur une thématique globale de recherche, une gouvernance et des moyens partagés. Nous sommes très fiers de la pérennité de nos laboratoires communs et d'en compter plus d'une demi-douzaine avec chacun de nos partenaires principaux : TotalEnergies, Michelin, Stellantis, Safran, Thales, EDF. Les mots clés de cette réussite sont confiance, durée, flexibilité et excellence de la recherche.

“ IL SE CRÉE PLUS D'UN LABORATOIRE COMMUN CNRS/ENTREPRISE
TOUS LES 15 JOURS ”

Le CNRS a mis en place une activité spécifique orientée vers les filières industrielles stratégiques. Quels sont les premiers bilans et enseignements sur cette nouvelle activité ?

Une stratégie à destination des filières industrielles a été élaborée en 2019 et nous avons commencé à travailler sur quatre filières prioritaires : l'automobile et les mobilités, l'eau, l'électronique et les nouveaux systèmes énergétiques. La première étape consiste en la cartographie des compétences du CNRS dans chaque filière et en l'identification précise des laboratoires et chercheurs et chercheuses experts dédiés. Cette approche nous a permis de conforter le niveau de dialogue avec des partenaires historiques du CNRS, mais aussi d'initier des relations plus approfondies avec des entreprises avec lesquelles nous avions des relations plus ponctuelles. Dans la filière automobile, par exemple, cette démarche a permis de consolider les relations de long terme avec Renault, Stellantis et Michelin, et de développer de nouvelles relations avec Faurecia, Valeo ou Plastic Omnium par exemple.

START-UP

La prématuration, le tremplin de l'innovation

En 2021, 62 projets ont été financés par le programme de prématuration du CNRS, avec une enveloppe de 8 M€. Au travers de ce programme, le CNRS soutient les premières étapes de développement de projets innovants pour faciliter leur transfert vers l'industrie ou la création d'entreprise.

RISE, un accompagnement sur mesure dans l'entrepreneuriat

Le programme RISE, opéré par CNRS Innovation, a permis d'accélérer le déploiement, en 2021, de 25 entreprises Deeptech en France et à l'international. Il met à leur disposition des entrepreneurs, agissant comme CEO, et des mentors, scientifiques expérimentés dans l'entrepreneuriat, pour mieux accompagner les scientifiques dans leur projet de création d'une start-up, dans le positionnement de leur produit, dans l'étude des besoins réels du marché et des financements.

Prototype de puce Cat-Qubits mis au point
par la start-up Alice & Bob.
© Hubert RAGUET / Alice&Bob / LPENS / CNRS Photothèque



FOCUS START-UP

En s'appuyant sur un bit quantique novateur, capable d'autocorriger ses erreurs, la start-up Alice&Bob¹ a l'ambition de mettre au point en cinq ans un ordinateur quantique universel opérationnel. Le CNRS a pris une participation au capital de l'entreprise en 2020, via CNRS Innovation.

L'INNOVATION EN CHIFFRES

80

**start-up accompagnées
par RISE dont 25 nouvelles
en 2021**

122

**projets prématuration
dont 62 en 2021**

Près de

210

**structures communes
de recherche CNRS/
entreprises dont
35 nouveaux laboratoires
communs en 2021**

21

**accords-cadres avec
de grands groupes dont
4 nouveaux en 2021**

Plus de

8 500

**familles de brevets
dont plus de 400 brevets
déposés en 2021**

69

**lauréats aux Concours
innovation dont 27 i-PhD,
31 i-Lab et 11 i-Inov**

27

**instituts Carnot avec des
laboratoires CNRS labélisés**



10

start-up issues de laboratoires sous tutelle du CNRS et de ses partenaires ont été distinguées par le programme French Tech Next 40/120.

31

projets liés au CNRS (soit plus de 40 % des projets récompensés), sont lauréats du 23^e concours d'innovation i-Lab, qui détecte et fait émerger des projets de création d'entreprises.

Une nouvelle mini-série sur la Deeptech

En partenariat avec le média Maddynews, le CNRS met à l'honneur ses chercheurs et chercheuses-entrepreneurs au travers d'une mini-série « Deeptech, au cœur des innovations de rupture », dont les épisodes ont été disponibles dès mars 2021 sur la chaîne YouTube du CNRS.

250 M€ de valorisation pour Corlieve Therapeutics

La start-up Corlieve Therapeutics, issue de l'Institut interdisciplinaire des neurosciences¹ et de l'Institut de neurobiologie de la Méditerranée², qui développe une thérapie génique pour traiter l'épilepsie du lobe temporal, rejoint la société uniQure.

Une plateforme de transfert pour les laboratoires en sciences de la vie

Après deux années de collaborations fructueuses, le CNRS entre au capital de la plateforme Idylle dédiée à la commercialisation d'outils de recherche innovants conçus en laboratoire pour permettre leurs transferts dans les communautés d'utilisateurs. Idylle, qui favorise ainsi les échanges entre laboratoires, bénéficie du soutien financier de la Banque des Territoires, opérateur de l'État sur l'action « Sociétés universitaires et de recherche du PIA ».

Les entrées au capital

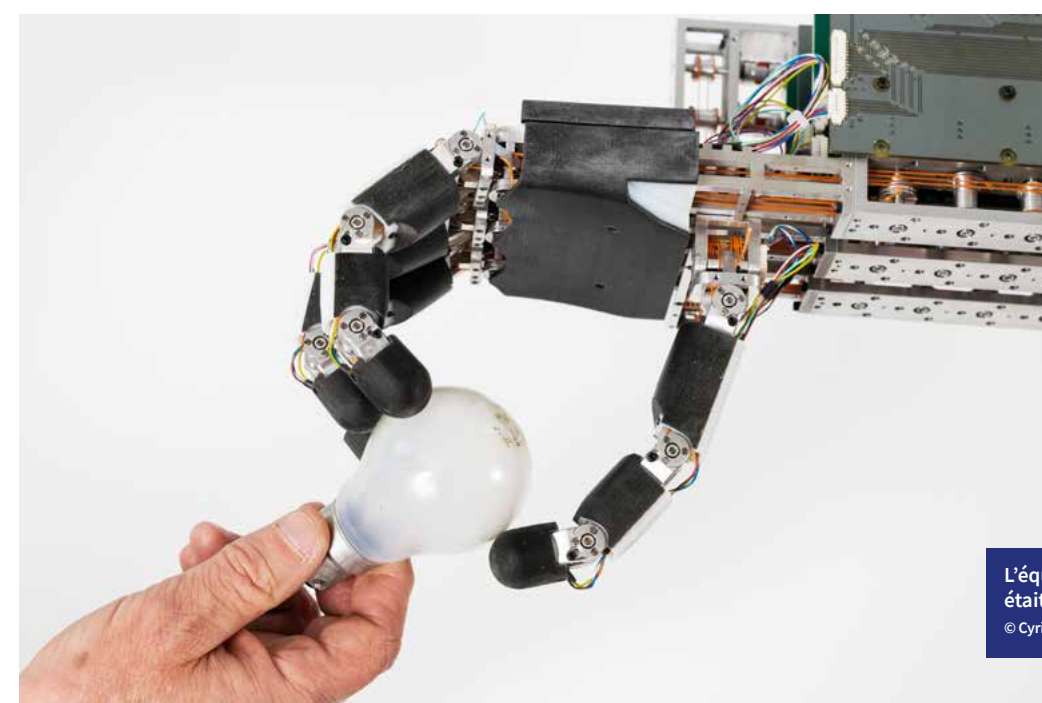
Pour accompagner les initiatives entrepreneuriales, CNRS Innovation a effectué 48 prises de participation, dont trois en 2021, dans des start-up issues des laboratoires sous tutelle du CNRS et de ses partenaires : la start-up Laboratoire BioProtection développe un spray antimoustique non toxique et 100 % bio-inspiré, Ion-X prépare la commercialisation d'une nouvelle technologie de propulsion pour satellites, compacte et performante, et Xdigit¹ propose des capteurs d'image CMOS, des solutions d'IP hybrides innovantes.

Eurofins, leader mondial du secteur alimentaire né de la recherche publique, entre au CAC 40

Le 17 septembre 2021, Eurofins, start-up créée dans les années 1980 et devenue groupe industriel mondial spécialisé dans les contrôles sanitaires et l'excellence d'une biologie médicale, aux liens historiques avec le CNRS et l'université de Nantes, est entrée au CAC 40.

11

start-up issues du CNRS ont été récompensées par le concours d'innovation i-Nov pour leur potentiel particulièrement fort pour l'économie française.



Le CNRS à nouveau présent à Vivatech

Le CNRS a, cette année encore, participé du 16 au 19 juin 2021 à Paris, à Vivatech, le plus grand événement européen de la Tech. L'occasion de mettre particulièrement à l'honneur les technologies quantiques, l'hydrogène et la medtech, au travers de plus d'une vingtaine de start-up issues des laboratoires du CNRS et de ses partenaires.

PARTENARIATS

Quatre nouveaux accords-cadres avec de grands groupes industriels

Pour faciliter et accélérer la mise en place de projets de recherche communs entre les laboratoires et les grands groupes industriels, et offrir un socle aux futures collaborations scientifiques, le CNRS a signé, en 2021, 4 nouveaux accords-cadres :

- Avec Naval Group, pour permettre la maîtrise de la complexité des systèmes numériques et l'acoustique navale, et pour renforcer encore cet axe d'excellence pour la défense navale.
- Avec Air Liquide, pour répondre aux grands défis industriels et sociétaux de demain, tels que les matériaux céramiques, la fabrication additive, la production et valorisation de l'hydrogène, la transformation et réutilisation du CO₂, la génération de biogaz, ou encore l'intelligence artificielle.
- Avec Orano, pour développer des recherches en géologie, chimie, radiochimie, et les applications liées aux radionucléides.
- Avec Faurecia, pour imaginer le cockpit du futur (en particulier dans l'interaction homme-véhicule et la gestion thermique de l'habitacle), les systèmes à hydrogène et les matériaux durables (notamment autour de l'économie circulaire).



Soutenir la création de start-up issues de la recherche publique

Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, Nicolas Dufourcq, directeur général de Bpifrance, et Johanna Michielin, directrice générale de CNRS Innovation, ont signé au salon Vivatech, le 16 juin 2021, une convention pour amplifier le transfert des résultats de la recherche publique, en particulier sur les créations de start-up.

Limitier les émissions de particules lors du freinage des trains

Le Laboratoire d'automatique, de mécanique et d'informatique industrielles et humaines (LAMIH)¹, est partenaire du projet Breaq, financé par l'Ademe et piloté par Alstom, destiné à mieux comprendre les mécanismes de production et de diffusion de particules fines au moment du freinage des trains.



Ikonikat, pour un autre regard sur l'art

L'application Ikonikat, qui aide à savoir ce que l'on perçoit devant une œuvre d'art, a été développée par l'Institut de recherches historiques du Septentrion (IRHis)² et la Fédération de recherche sciences et cultures du visuel³. Expérimentée au Louvre-Lens, elle est désormais proposée sur la plateforme des MOOC culturels de la Fondation Orange.

Des solutions énergétiques au Sustainable Energy Forum

Le Sustainable Energy Forum, organisé le 6 juillet 2021 par le Hub Institute, en collaboration avec le CNRS, a réuni plus de 1500 décideurs des secteurs publics et privés autour des sources d'énergie propre et bas carbone, et des opportunités créées par l'économie verte et circulaire.

Le pari gagnant des filières

La Direction des relations avec les entreprises (DRE) du CNRS a mis en œuvre, en 2021, la stratégie de l'établissement à destination des filières industrielles, élaborée en 2019, en créant huit équipes Filières. Cette approche des filières énergie, santé, automobile, aéronautique, électronique, eau, cosmétique et chimie des matériaux a permis de renforcer le dialogue avec des partenaires historiques du CNRS et de développer des relations plus approfondies avec des entreprises aux relations plus ponctuelles.

PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE



La propriété intellectuelle au cœur de la stratégie

Copropriétaire d'environ 8 500 familles de brevets, le CNRS réaffirme sa stratégie de licensing pour permettre à un industriel ou une start-up d'assurer le développement des inventions jusqu'à une mise sur le marché en leur conférant un monopole d'exploitation et ainsi sécuriser leurs investissements.

LABORATOIRES COMMUNS



Le laboratoire commun CR2ME entre le Lasire et TotalEnergies vise à caractériser d'un point de vue chimique de nouveaux matériaux appliqués au secteur de l'énergie. © Sabrina NEHMAR/CNRS Images 2021

De nouveaux laboratoires communs

Le laboratoire commun, à l'opposé du projet ponctuel de recherche, a l'avantage d'ancrer la relation entre le CNRS et une entreprise dans une durée de 5 ans en moyenne. Autour d'une même feuille de route, ils partagent des préoccupations sur une thématique globale de recherche afin d'en tirer des problématiques ou des projets concrets sur lesquels travailler ensemble. En 2021, le CNRS compte près de 210 laboratoires communs, dont 35 créés cette année. Parmi eux : CR2ME issu de la collaboration entre le LASIRE¹ et TotalEnergies, pour la caractérisation chimique de nouveaux matériaux plus durables dans le secteur de l'énergie qui amélioreront la fiabilité et la sécurité de batteries tout-solide; Nano-PtoV, issu de la collaboration entre le Laboratoire d'astrophysique de Marseille² et Winlight System, autour des systèmes optiques de pointe; ChemInTag (Chemical inorganic taggants), issu de la collaboration entre l'Institut des sciences chimiques de Rennes³ et la société Olnica, qui développe des solutions de traçabilité basées sur des marqueurs luminescents de nouvelle génération.

Le LCTS¹, l'un des premiers laboratoires communs du CNRS

Depuis plus de trente ans, Safran Ceramics, le CEA, l'université de Bordeaux et le CNRS collaborent au sein du Laboratoire des composites thermo structuraux (LCTS), qui a permis la mise en place de procédés et matériaux encore utilisés aujourd'hui par Safran pour produire plusieurs centaines de tonnes de disques de frein par an.

TOP 10

des principaux partenaires industriels impliqués dans des laboratoires communs avec le CNRS (et nombre de laboratoires impliqués) :

TotalEnergies (12), Michelin (8), Stellantis (8), EDF (7), Safran (7), Thales (7), Solvay (5), Naval Group (3), Saint-Gobain (3), CILAS-ArianeGroup (3), Groupe Airbus (3)



Le Palais Brongniart où s'est tenu l'événement Labcom, mettant à l'honneur les laboratoires communs CNRS/entreprises.
© www.k-alex.com

Le CNRS fête son 200^e laboratoire commun en activité

Le CNRS a célébré, le 29 novembre, au Palais Brongniart à Paris, la création de son 200^e laboratoire commun en activité avec les entreprises, en présence de la ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et de nombreux présidents d'entreprises partenaires. Développement durable, industries du futur, mobilités, nouvelles technologies... une quinzaine de réalisations, issues de laboratoires communs, ont fait l'objet, le lendemain, de démonstrations.

5

start-up lauréates de l'European Innovation Council, Alice & Bob¹, EverZom², Qubit Pharmaceuticals³, Lactips⁴ et Aenitis⁵, issues de laboratoires du CNRS et de ses partenaires, recevront des financements allant de 2 à 10 millions d'euros dans le cadre de l'appel Accelerator de l'EIC.

Les experts en photonique au service des PME européennes

Le CNRS est partenaire de PhotonHub Europe, un guichet unique lancé en janvier 2021 avec un budget de 19 M€, dédié à l'accompagnement des PME européennes porteuses d'un projet innovant utilisant la photonique.

Une lettre pour promouvoir l'attractivité scientifique de la France

Le CNRS, Business France et l'agence nationale au service de l'internationalisation de l'économie française ont signé le 13 octobre 2021 une « lettre de collaboration » afin de promouvoir l'attractivité scientifique de la France à l'international.

La propriété intellectuelle comme moteur de croissance européenne

CNRS Innovation est partenaire du programme européen Leadership4SMEs dédié à l'incitation des start-up et PME innovantes à une meilleure exploitation de leur propriété intellectuelle pour accéder aux financements et accélérer leur croissance.

Un nouveau « think tank » pour une stratégie européenne

Le Club Europe du CNRS a été lancé début 2021, avec déjà une quinzaine de membres, dont Air Liquide, Michelin, Thales, pour aborder en commun le nouveau programme-cadre de recherche Horizon Europe, son orientation et ses financements.



PLAN DE RELANCE – PIA4

Soutien aux entreprises au travers du plan France Relance

Face à la crise sanitaire, le CNRS s'est engagé dans la mesure de préservation de l'emploi dans la R&D du plan France Relance. Une convention a été signée en mai 2021 avec l'Agence nationale de la recherche pour créer près de 300 emplois. En 2021, environ 100 de ces projets ont déjà été signés dans le cadre de contrats de collaboration avec tous les types d'entreprises, qu'il s'agisse de grands groupes, d'ETI, de PME ou de start-up.

LES RESSOURCES EN 2021

Revalorisations salariales, nouvelle organisation du travail, inclusion et formation, le CNRS construit sa modernité au travers de ses équipes.

Dessin démontrant que les marches quantiques peuvent être exponentiellement plus rapides pour traverser un graphe d'un point à l'autre que les marches aléatoires.

© Christian MOREL / IRIF / CNRS Photothèque





Christophe Coudroy,
directeur général
délégué aux ressources

© Frédérique Plas/CNRS photothèque

Après 2020, l'année 2021 a elle aussi été marquée par le coronavirus. Comment s'est traduite cette période pour les fonctions support ?

La mobilisation des fonctions support a été quotidienne, pour faciliter la continuité de l'activité. Au plan informatique, nous avons par exemple mis à disposition des outils sécurisés de signature électronique, mais aussi ouvert un « portail du directeur d'unité », pour regrouper l'information pouvant lui être utile, ou encore construit une formation disponible intégralement en ligne pour les agents de la filière financière et comptable. Pour accompagner la reprise en présentiel à la rentrée 2021, un ensemble de fiches et documents de référence a été diffusé sur la bonne articulation à trouver entre présentiel et télétravail, dans l'organisation concrète du travail, des réunions, des espaces, etc. Un programme massif de formation au management a été lancé en parallèle.

Enfin, une réflexion de fond a été conduite sur le rôle respectif des instituts et des délégations régionales, dans une logique de complémentarité au profit des laboratoires. Un important travail lui a fait écho pour clarifier le positionnement des services partenariat et valorisation des délégations régionales, tandis que la filière RH approfondissait dix thèmes de modernisation.

La loi de programmation de la recherche (LPR) et le plan de relance ont été mis en œuvre en 2021. Quelles évolutions ont-ils permises ?

Plusieurs décrets nécessaires à l'application de la loi de programmation de la recherche ont été publiés fin 2021 seulement. En revanche, des revalorisations salariales ont été possibles sans attendre. La prime de recherche est ainsi passée à 1 620 € et 2 220 € pour les directeurs et chargés de recherche. Pour les ingénieurs, ingénieures, techniciens et techniciennes, l'indemnité de fonctions, de sujétions et d'expertise (IFSE) a été augmentée très sensiblement pour les adjoints techniques et dans une moindre mesure pour les autres corps, pour lesquels la hausse se poursuivra les années suivantes. Concernant le plan de relance, les 30 projets immobiliers sélectionnés ont été menés à bien en 2021. Nous avons également accompagné, sur le plan de l'ingénierie contractuelle, la mesure de sauvegarde de l'emploi R&D, destinée notamment à soutenir des emplois menacés par la crise.

“ LA MOBILISATION DES FONCTIONS SUPPORT A ÉTÉ QUOTIDIENNE, POUR FACILITER LA CONTINUITÉ DE L'ACTIVITÉ. ”

Quels grands projets de modernisation ont marqué 2021 ?

Le marché conjoint avec l'AMUE a été signé comme prévu à l'été 2021, afin que les laboratoires puissent bénéficier en 2022 d'un prestataire unique pour les missions, avec un outil couplé à Étamine missions. Cela devrait apporter une simplification bienvenue sur le terrain. Dans le même sens a été proposé à l'automne, de manière expérimentale, un outil de simulation et de génération automatique des contrats de recherche.

À noter également la migration de la messagerie vers une nouvelle plateforme mieux sécurisée, la généralisation des adresses courriel individuelles en cnrs.fr, ou encore la dématérialisation des bulletins de paie.

Deux projets User First livrés

Dans le cadre du projet User First, destiné à faciliter la vie des laboratoires, deux des huit projets de modernisation des systèmes informatiques ont été livrés en 2021 : le portail des directeurs d'unité, ouvert en juin qui facilite le pilotage des unités notamment sur le plan de la gestion des ressources humaines et financières et de la vie du laboratoire, et l'outil de génération automatique des contrats, ouvert pour des unités pilotes dès octobre.

Une réflexion collective sur le positionnement des SPV

Les services partenariat et valorisation (SPV) sont au croisement des objectifs portés par les trois directions générales déléguées (recherche, innovation et ressources), mais aussi parties prenantes de toute une filière métier, des instituts aux laboratoires. Un important travail a été conduit pour renforcer leur positionnement et bien articuler l'ensemble des acteurs autour de la politique du CNRS.

La qualité de vie au travail

En 2021, le CNRS a lancé deux appels à projets en faveur de la qualité de vie au travail (QVT) et a organisé, en juin, une semaine dédiée, clôturée par un webinaire, largement plébiscité. Parallèlement, depuis 2017, 196 projets lauréats de l'appel à projets qualité de vie au travail ont bénéficié à plus de 40 000 agents, dont plus de 10 400 agents CNRS.

Les risques psycho-sociaux des chercheurs et chercheuses

En mai 2021, le CNRS a publié un diagnostic de l'exposition des scientifiques aux risques psycho-sociaux. Dès septembre 2021, un groupe d'étude, associant les organisations syndicales représentées au Comité central d'hygiène et de sécurité et des conditions de travail (CCHSCT), a été formé pour conduire les travaux relatifs au nouveau plan d'actions pluriannuel pour la qualité de vie au travail (QVT).

LES RESSOURCES EN CHIFFRES

Plus de

33 000

personnels, dont près de 9 000 contractuels

Près de

45 %

de femmes

Plus de

560

permanents recrutés en 2021

Près de

20 %

des personnels télétravaillent

3^e

place dans le top 10 des entreprises préférées des étudiants et des jeunes diplômés d'écoles d'ingénieurs¹

Près de

11 000

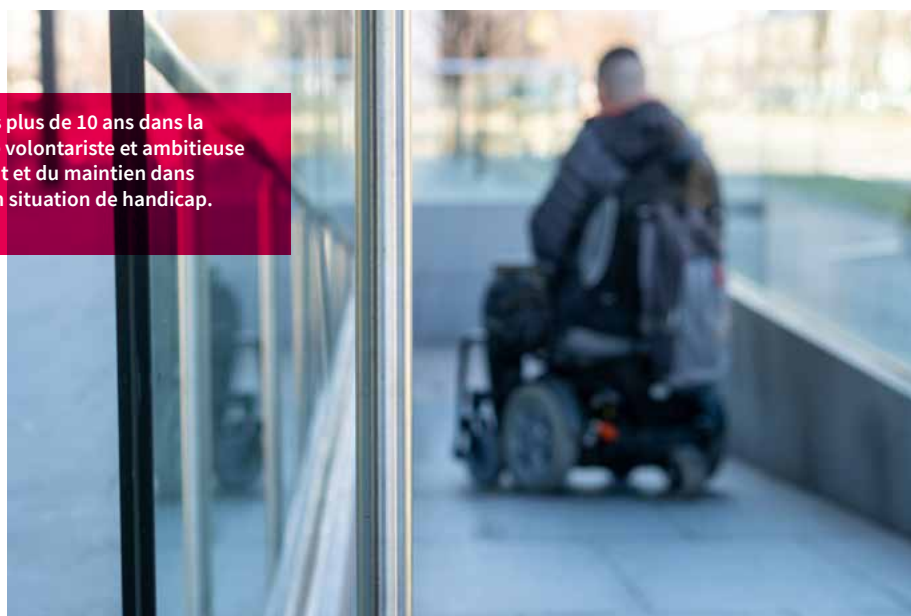
agents ont bénéficié d'une action de formation en 2021 (pour 30 % d'entre eux en E-learning)

30

projets immobiliers en faveur de la rénovation énergétique des bâtiments publics, sélectionnés au niveau interministériel dans le cadre du plan France Relance, ont été menés à bien en 2021.

Le CNRS s'engage depuis plus de 10 ans dans la conduite d'une politique volontariste et ambitieuse en faveur du recrutement et du maintien dans l'emploi de personnes en situation de handicap.

© Adobe Stock



Le plan handicap du CNRS

Dans le cadre de son plan d'actions handicap 2020-2023, le CNRS s'est engagé à aider à la construction de projets professionnels de personnes en situation de handicap par la découverte des métiers de la recherche. Dans ce cadre, le CNRS a participé en novembre 2021 à DuoDay, une journée d'accueil en duo avec des professionnels volontaires lors de la 25^e édition de la Semaine européenne pour l'emploi des personnes en situation de handicap (SEEPH).

La loi de programmation de la recherche

Des revalorisations salariales ont été effectuées grâce à l'application de la loi de programmation de la recherche afin de permettre, d'une part, le rattrapage par les corps des établissements d'enseignement supérieur et de recherche (ESR) des corps interministériels de niveau équivalent, et d'autre part, la convergence des niveaux de rémunération des chercheurs, chercheuses, enseignants-chercheurs et enseignantes-chercheuses et des ingénieurs, ingénieures, techniciens et techniciennes, au sein de l'ESR. La prime de recherche des chargés et directeurs et directrices de recherche et l'indemnité de fonctions, de sujétions et d'expertise (IFSE) des ingénieurs, ingénieures, techniciens et techniciennes et administratifs (IT) a été augmentée en 2021 et des hausses se poursuivront jusqu'en 2027.

850

agents CNRS ont suivi une formation en management et pour 20 % d'entre eux la formation a été suivie en E-learning.

Le plan managérial

Dans le cadre de son plan managérial, le CNRS a mené plusieurs actions relatives aux cadres de l'établissement. Notamment : la définition précise du métier de cadre et des compétences managériales nécessaires à l'accomplissement des missions du CNRS, l'accompagnement des nouveaux cadres avec un dispositif unique de formation collective et un accompagnement personnalisé (mentorat, lettre de mission, rapport d'étonnement, suivi à 4 mois), une cartographie des cadres CNRS en activité à l'extérieur de l'organisme (environ 800) afin de favoriser l'animation d'un réseau dédié.

La dématérialisation des bulletins de paie

Depuis août 2021, l'ensemble des agents du CNRS dispose, sur le portail Espace numérique sécurisé de l'agent public (ENSAP) de la Direction générale des finances publiques (DGFIP), d'un espace personnel et sécurisé, accessible 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, sur lequel sont déposés leurs bulletins de paie.



Discussion entre scientifiques dans un contexte sanitaire encore tendu malgré le recul de l'épidémie de Covid-19.

© Christian MOREL / IRIF / CNRS Photothèque

L'organisation du travail post-Covid

Suite à la crise sanitaire et au développement du télétravail, le CNRS a mené une réflexion associant les directeurs et directrices d'unité, directeurs et directrices de recherche, chefs et cheffes de service et directeurs et directrices fonctionnels pour repenser et adapter le management dans un contexte désormais différent. Il s'agit de faire évoluer l'organisation du travail au quotidien, l'aménagement des espaces, les pratiques managériales, l'usage des outils numériques. Une série de fiches a été diffusée fin août 2021 dans ce but.

La place des femmes au CNRS

L'organisme a fêté les 20 ans d'existence de la Mission pour la place des femmes du CNRS avec notamment un colloque sous format hybride, à la mairie du 11^e arrondissement de Paris et en ligne, les 19 et 20 novembre 2021. Du 8 au 30 novembre, l'exposition « La Science taille XX elles » a été installée sur les grilles de l'Hôtel de Ville de Paris. Un nouveau plan d'action pour l'égalité 2021-2023 a par ailleurs été mis en place avec 5 axes principaux :

- L'évaluation, la prévention et le traitement des écarts de rémunération.
- La garantie de l'égal accès des femmes et des hommes aux corps, grades et emplois.
- L'articulation entre vie professionnelle et vie personnelle et familiale.
- La lutte contre les violences sexuelles et sexistes, les harcèlements et les discriminations.
- La gouvernance, le pilotage et le suivi de la politique d'égalité professionnelle.

Près de

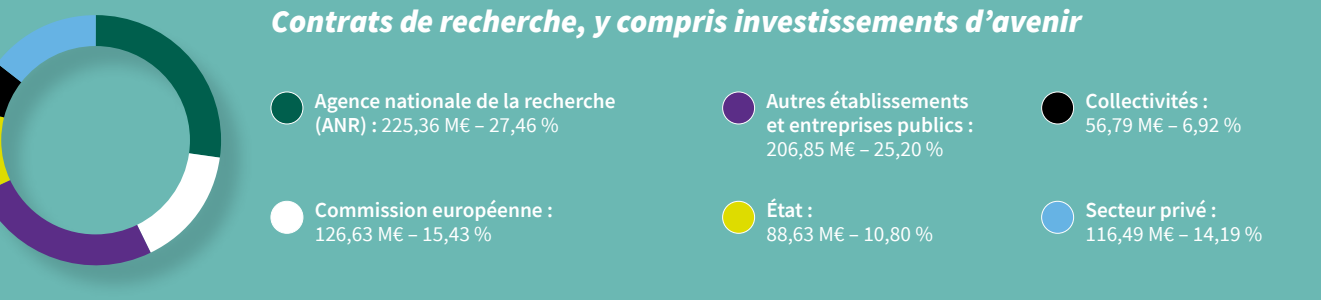
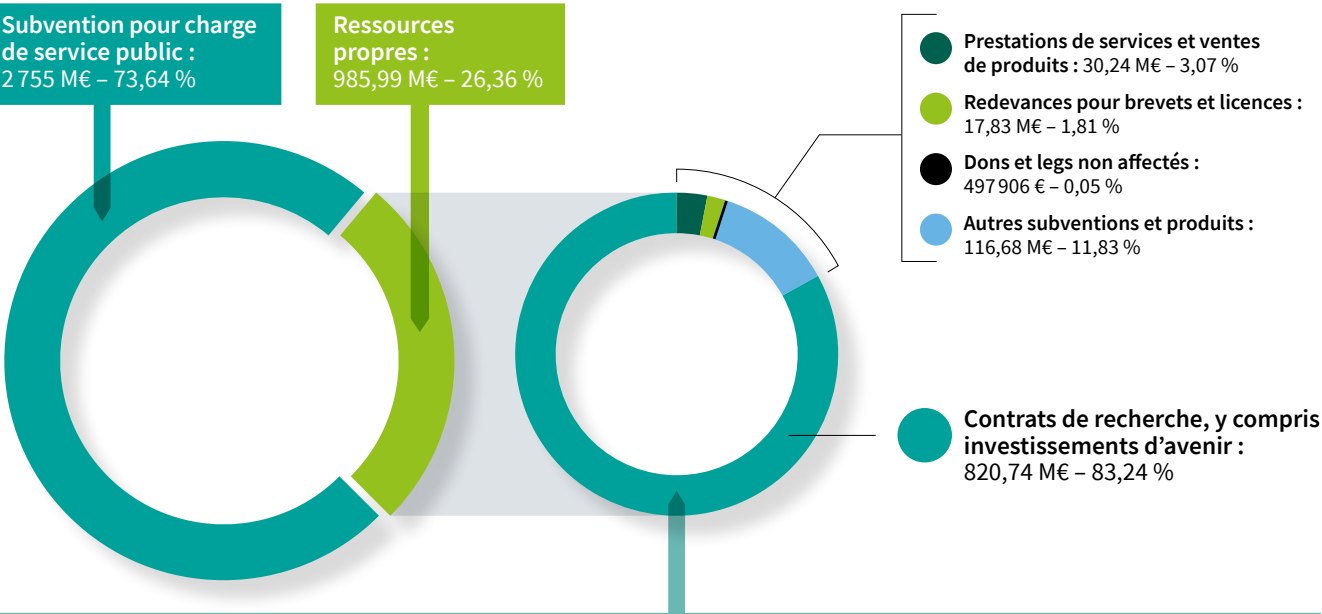
4 000

agents ont eu accès à un module E-learning de sensibilisation sur les inégalités femmes-hommes dans la recherche et l'enseignement supérieur.

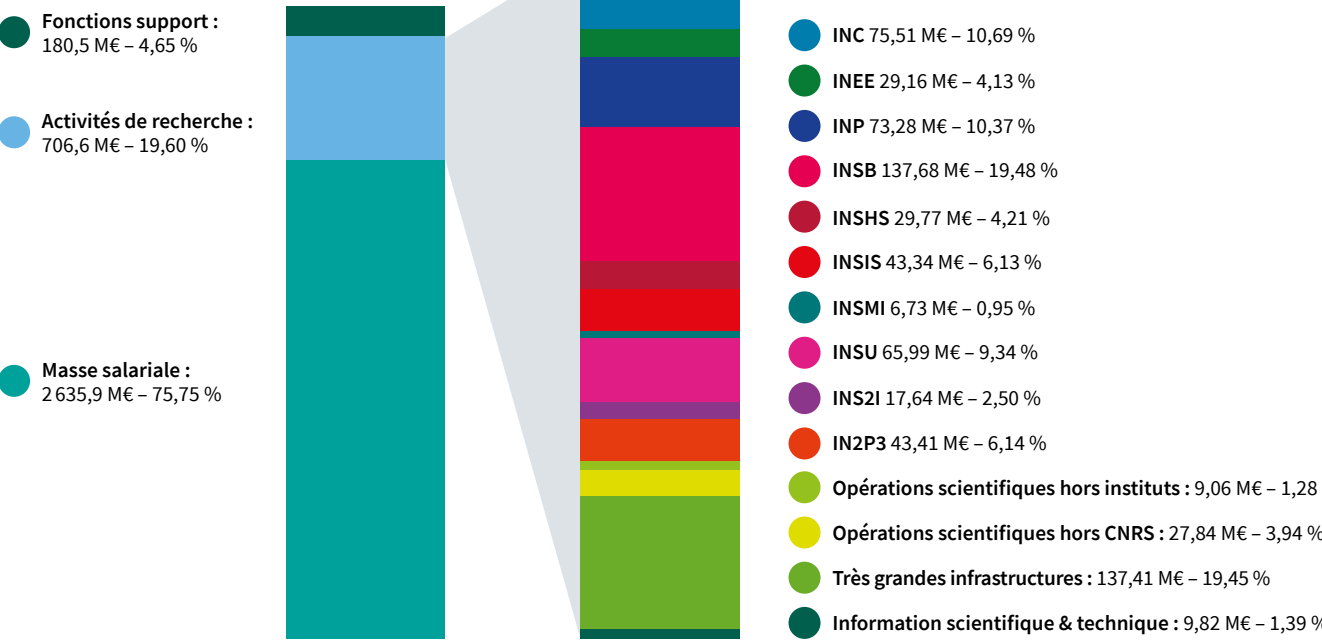
DONNÉES CHIFFRÉES

LE BUDGET DU CNRS

Les ressources



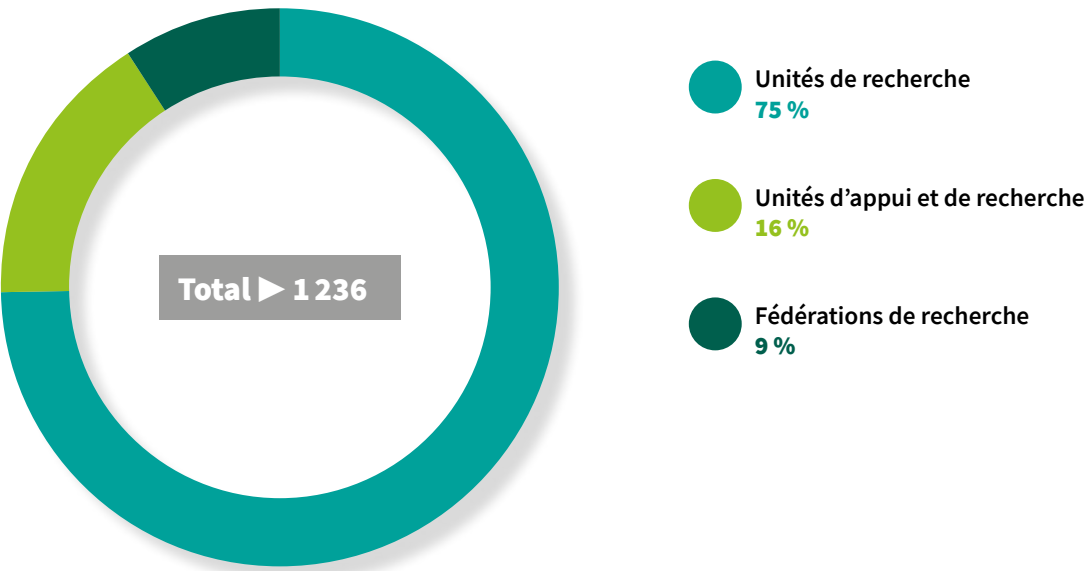
Les dépenses



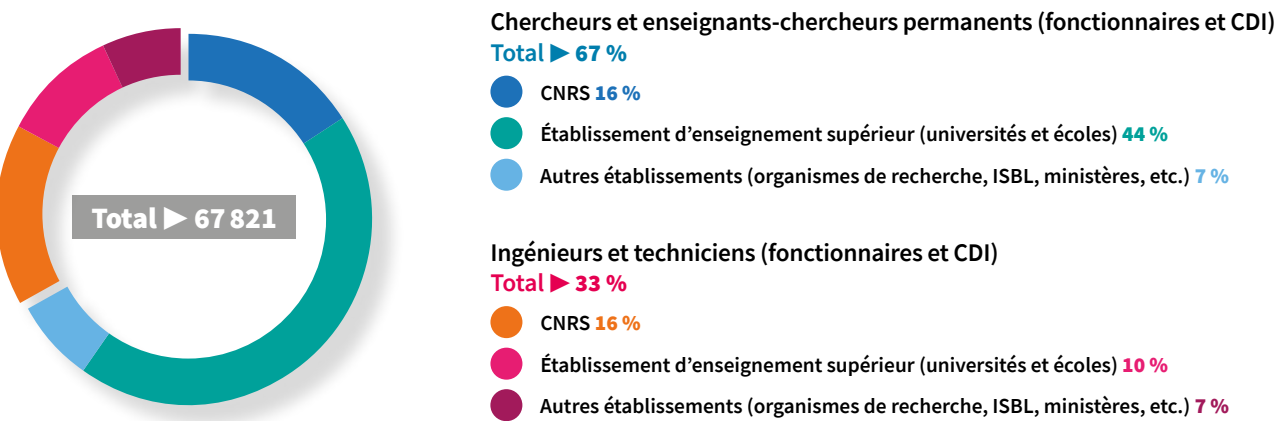
Source : données BFC – traitement CNRS / DCIF-DSFIM

LES LABORATOIRES LIÉS AU CNRS ET À SES PARTENAIRES

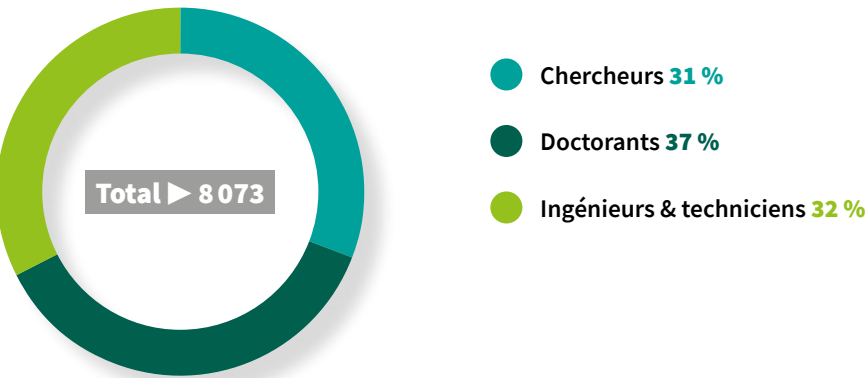
Les laboratoires liés au CNRS



Personnels permanents des laboratoires liés au CNRS par catégorie de personnels et par catégorie d'établissements employeurs (tous instituts confondus ; en personnes physiques au 31 décembre 2021)



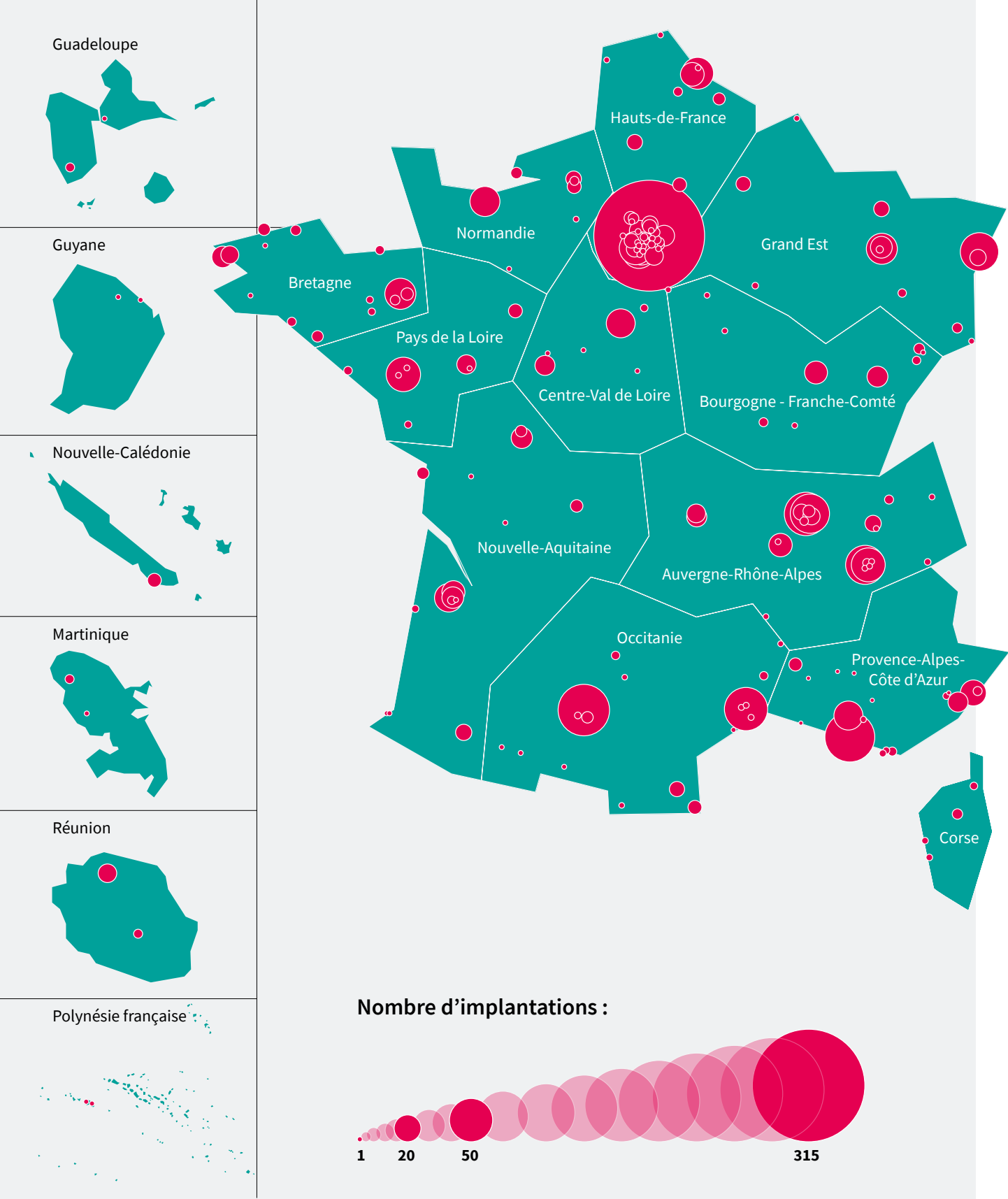
Personnels non permanents CNRS des laboratoires liés au CNRS (tous instituts confondus ; en personnes physiques au 31 décembre 2021)



Source : données Réséda au 31/12/2021 - traitement CNRS/DAPP/SAP2S

LES IMPLANTATIONS EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL

Implantation des laboratoires liés au CNRS en 2021



Source : données Réséda au 31/12/2021 - traitement CNRS/DAPP/SAP2S

À l'étranger

Le CNRS contribue au rayonnement de la recherche française dans le monde à travers près de 80 laboratoires internationaux et 10 bureaux de représentation à l'étranger.

BUREAUX DE REPRÉSENTATION

X Nombre de laboratoires par pays



Adresses des bureaux :

WASHINGTON DC

► **USA Mexique**
CNRS Office North America
Embassy of France
4101 Reservoir Road N.W.
Washington DC 20007 - US
derci.washington@cnrs.fr

OTTAWA

► **Canada**
Université d'Ottawa
Pavillon Tabaret -
Vice-Rectorat à la Recherche
550, rue Cumberland (246)
Ottawa, Ontario K1N 6N5
Canada
derci.ottawa@cnrs.fr

BRUXELLES

► **Union européenne**
Maison Irène et Frédéric
Joliot-Curie (MIFJC)
100 rue du Trône
1050 Bruxelles - Belgique
derci.bruxelles@cnrs.fr

NEW DELHI

► **Inde**
CNRS Office
French Embassy
2, Dr A.P.J. Abdul Kalam Road
110011 New Delhi - India
derci.newdelhi@cnrs.fr

PÉKIN

► **Chine**
CNRS Office, French Embassy
N° 60 Tianze lu, Liangmaqiao
3e quartier diplomatique
Chaoyang District
Beijing 100600-PRC - China
derci.beijing@cnrs.fr

RIO DE JANEIRO

► **Amérique du Sud**
Avenida Presidente Antônio
Carlos, 58
Sala 415
20020-010 Rio de Janeiro -
RJ - Brazil
derci.rio@cnrs.fr

PRETORIA

► **Afrique australe**
IRD-CNRS-CIRAD Joint Office
Postnet Glenfair Suite 485
Private Bag X025
Lynnwood Ridge
0040 Pretoria - South Africa
derci.pretoria@cnrs.fr

SINGAPOUR

► **ASEAN**
CNRS@ASEAN
NTU@one-north Campus,
Executive Centre #09-10
11 Slim Barracks Rise
Singapore 138664
derci.singapore@cnrs.fr

TOKYO

► **Japon, Corée, Taiwan**
C/o Embassy of France
in Japan
4-11-44 Minami-Azabu,
Minato-ku
Tokyo 106-8514 - Japan
derci.tokyo@cnrs.fr

MELBOURNE

► **Océanie**
The University of Melbourne
Parkville Campus
Building 174, Block C, Room
314-315
Victoria 3010 - Australia
derci.melbourne@cnrs.fr

Source : DERCI au 31/12/2021

Page 16

- 1. CNRS/Université de Corse Pasquale Paoli
- 2. CNRS
- 3. CNRS/Université de Poitiers
- 4. CNRS/Université de Paris

Page 17

- 1. CNRS/Sorbonne Université/ENS Paris/Collège de France
- 2. Université Toulouse III – Paul Sabatier/CNRS
- 3. Fédération de 8 laboratoires franciliens (CNRS/École Polytechnique/Université Versailles Saint-Quentin/CEA/Sorbonne Université/IRD/École des ponts ParisTech/Université Paris Saclay)

Page 18

- 1. Chercheuse associée à l'École française d'Athènes (EFA), au laboratoire HALMA (CNRS/Université de Lille/Ministère de la Culture), au laboratoire Archéorient (CNRS/Université de Lyon 2) et au groupe Aegis (UCLouvain)
- 2. Chercheur associé au CNRS au sein de l'unité Archéologies et Sciences de l'Antiquité (CNRS/Université Paris Nanterre/Université Paris 1 Panthéon Sorbonne/Ministère de la Culture) et chercheur associé à l'Université de Harvard
- 3. Chargée de recherche CNRS au sein de l'unité Archéologie et Sciences de l'Antiquité (CNRS/Université Paris Nanterre/Université Paris 1 Panthéon Sorbonne/Ministère de la Culture)
- 4. Professeur d'archéologie à l'université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne et membre de l'unité Orient & Méditerranée (CNRS/Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne/Sorbonne Université/Collège de France/EPHE-PSL)
- 5. CNRS/Université Paris-Saclay
- 6. CNRS/Sorbonne Université & Université de Paris
- 7. CNRS/Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne/Sorbonne Université/Collège de France/EPHE-PSL
- 8. CNRS/Université de Paris
- 9. CNRS/Aix-Marseille Université/Centrale Marseille

Page 19

- 1. CNRS/Observatoire de Paris-PSL
- 2. CNRS/THALES
- 3. CNRS/Université de Lorraine
- 4. CNRS/Toulouse INP/Université de Toulouse III – Paul Sabatier
- 5. CNRS/Sorbonne Université/Université de Paris

Page 21

- 1. CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier/CNES

Page 22

- 1. Le Centre international de rencontres mathématiques (CNRS/Aix-Marseille Université/Société mathématique de France), l'Institut Henri Poincaré (CNRS/Sorbonne Université), le Centre international de mathématiques pures et appliquées (CIMPA) et l'Institut des hautes études scientifiques (IHÉS)

Page 27

- 1. Fédération de recherche CNRS FCLab

Page 28

- 1. CNRS/Université de Lorraine

Page 29

- 1. IRD, CIRAD, CEA, université de Paris Saclay, Aix-Marseille Université, université de Montpellier

Page 30

- 1. L'Ademe, le CEA, le CNES, EDF, l'Ifremer, l'IRD, le MEEM, Météo-France, Mercator Océan et d'autres instituts du CNRS

Page 32

- 1. CNRS/Université de technologie de Compiègne

Page 33

- 1. CNRS/ENS Paris/Inria
- 2. Piloté par le CNRS, en partenariat avec Inria, l'Université de Strasbourg, l'Université Paris Sciences et Lettres et l'Université Côte d'Azur
- 3. CNRS/Sorbonne Université

Page 34

- 1. CNRS/Université Paris-Saclay

Page 35

- 1. Ifremer, IRD, Météo France, Université de Bordeaux, Université Claude Bernard Lyon 1, Université de Montpellier, Université Grenoble-Alpes, Université de Rennes 1, Université de Strasbourg, Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées.

Page 36

- 1. Eau de Paris, EPHE, Ifremer, Inserm, IRBA, Sorbonne Université, Université Clermont Auvergne, Université de Lorraine et Université de Paris
- 2. CNRS/Sorbonne Université

Page 37

- 1. CNRS
- 2. Université Claude Bernard Lyon 1/Université de Lyon
- 3. CNRS/ENS Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1

Page 39

- 1. CNRS/Université Claude Bernard Lyon1

Page 40

- 1. Université Paris-Saclay/Sorbonne Université/Institut Polytechnique de Paris/Université Grenoble Alpes/Université de Lorraine/Université de Bordeaux/Université de Lyon
- 1. CNRS/INSA Rouen/Université Rouen Normandie

Page 41

- 1. CNRS/Université Rennes 1

Page 45

- 1. Institut de chimie moléculaire et des matériaux – Institut Charles Gerhardt Montpellier (CNRS/Université de Montpellier/ENSC Montpellier)
- 2. Institut des biomolécules Max Mousseron (CNRS/Université de Montpellier/ENSC)

Page 46

- 1. L'ENS de Lyon et les Universités Clermont Auvergne, Grenoble Alpes, Claude Bernard Lyon 1 et Savoie Mont Blanc

Page 49

- 1. Biodiversité marine, exploitation et conservation (CNRS/Ifremer/IRD/Université de Montpellier)
- 2. Sciences Po/CNRS

Page 50

- 1. CNRS/Université de Nantes/Université d'Angers
- 2. En France, ont également participé à ces travaux des chercheurs et chercheuses de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (CNRS/CNES/Université Toulouse III – Paul Sabatier), du Laboratoire de géologie de Lyon-Terre, planète environnement (CNRS/ENS de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1) et de l'Institut de minéralogie, de physique des matériaux et de cosmochimie (CNRS/MNHN/Sorbonne Université)
- 3. CNRS/Université de Paris/IPGP
- 4. Qui rassemble institutions et laboratoires français, dont le CNRS, l'Institut de physique du globe de Paris, Université de Paris, et soutenue notamment par le CNES et l'ANR

Page 51

- 1. En particulier : Observatoire de Paris-PSL, Sorbonne Université, Université de Paris, Université ParisSaclay et AM

Page 52

- 1. Issue du Laboratoire de physique de l'ENS (CNRS/ENS Paris/Sorbonne Université/Université de Paris)
- 2. Cofondée par Amanda Silva Brun, médaillée de l'innovation du CNRS en 2021 au sein du laboratoire Matière et systèmes complexes (CNRS/Université de Paris)
- 3. Portée par des scientifiques du Laboratoire de chimie théorique (CNRS/Sorbonne Université) et de l'Institut parisien de chimie physique et théorique (CNRS/Sorbonne Université)
- 4. Issue du laboratoire Ingénierie des matériaux polymères (CNRS/Université Claude Bernard Lyon 1/Université Jean Monnet/Insa Lyon)
- 5. Issue du laboratoire de Physique et mécanique des milieux hétérogènes (CNRS/ESPCI Paris/Sorbonne Université/Université de Paris)

Page 56

- 1. CNRS/université Paris-Saclay)

Page 57

- 1. CNRS

Page 61

- 1. Issue du laboratoire de physique de l'ENS (CNRS/ENS Paris/Sorbonne Université/Université de Paris)

Page 62

- 1. CNRS/Université de Bordeaux
- 2. Inserm/Aix-Marseille Université

Page 63

- 1. CNRS/Université Grenoble Alpes

Page 65

- 1. CNRS/ Université Polytechnique Hauts-de-France
- 2. CNRS/Université de Lille
- 3. CNRS/Université de Lille

Page 66

- 1. CNRS/Université de Lille
- 2. CNRS/Aix-Marseille Université/CNES
- 3. CNRS/ENSC Rennes/Université Rennes 1

Page 67

- 1. Laboratoire des composites thermo structuraux (CNRS/CEA/Université Bordeaux/Safran)

Page 68

- 1. Issue du laboratoire de physique de l'ENS (CNRS/ENS Paris/Sorbonne Université/Université de Paris)
- 2. Issue du laboratoire Matière et systèmes complexes (CNRS/Université de Paris)
- 3. Issue du laboratoire de chimie théorique (CNRS/Sorbonne Université) et de l'Institut parisien de chimie physique et théorique (CNRS/Sorbonne Université)
- 4. Issue du laboratoire Ingénierie des matériaux polymères (CNRS/Université Claude Bernard Lyon 1/Université Jean Monnet/Insa Lyon)
- 5. Issue du laboratoire de Physique et mécanique des milieux hétérogènes (CNRS/ESPCI Paris/Sorbonne Université/Université de Paris)

Page 73

- 1. Classement réalisé par Harris Interactive pour l'agence de communication Epoka



Photo de couverture :
Installation d’une caméra hyperspectrale permettant de mesurer la façon dont les ondes lumineuses sont réfléchies par les fibres d’une tapisserie du XVIII^e siècle, conservée à la Cité internationale de la tapisserie d’Aubusson. © Cyril FRESILLON / IRAMAT-CRP2A / CNRS Photothèque

Crédits photos Temps forts scientifiques : © Jean-Claude MOSCHETTI / LAREMA / CNRS Photothèque // © Fabien PERAULT / DT INSU / IPEV / CNRS Photothèque // © Thibaut VERGOZ / MAGIC 2021 / CNRS Photothèque // © NASA-JPL/Caltech // © Alexandre CHARLET / Valery GRINEVICH / INCI / CNRS Photothèque // © Roland BACON / David MARY / CRAL / Lagrange / ESO / NASA / CNRS Photothèque // © Stock.Adobe.com // © Dani Zemba, Penn State University // © Damien Sorrigue/CEA // © Aurélie LE RU/FRAIB/LRSV université Toulouse 3/CNRS Photothèque // © Olivia AUBRIOT/CEH / CNRS Photothèque // © Cédric GIRARD-BUTTOZ / Taï Chimpanzee Project / ISC-MJ / CNRS Photothèque // © ESO/M. Montargès et al. // © IPGP/David Ducros // © D. Dominguez/CERN // © Emmanuel Trizac / LPTMS (CNRS/Univ. Paris-Saclay) // © Jan Van Eyck/National Gallery, London/Wikimedia Common // © Guilherme Nader/ Institut Curie // © Hubert RAGUET / Mission archéologique franco-saoudienne du Camel Site / CNRS Photothèque // © MAYOBS – IPGP/CNRS/Ifremer/BRGM // © Sara Gouardères – IMRCP // © Fabien CARRÉ / Yann GADAUD / Sensome / CNRS Photothèque // © Stock.Adobe.com // © Benjamin Nelan/Pixabay // © Emmanuel NIVET / INP / INEM / CNRS Photothèque // © V. BONNAILLIE-NOËL et al.

Direction de la publication
Direction de la rédaction
Ajointe à la direction de la rédaction et rédactrice en chef
Coordination et rédaction
Secrétariat de rédaction
Recherche iconographique
Conception graphique, mise en page

Antoine Petit
Fabrice Impériali
Karine Wecker
Nicolas Plantey
Émilie Silvoz
Anne-Emmanuelle Héry, Sarah Landel, Nicolas Plantey
Sarah Landel

Impression : Escourbiac
ISSN : 1776-2154
Dépôt légal juillet 2022





CNRS

3, rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16
01 44 96 40 00
www.cnrs.fr

