



**2020** UNE ANNÉE  
AVEC LE CNRS  
en Alsace



# SOMMAIRE



ÉDITO  
PATRICE SOULLIE  
DÉLÉGUÉ RÉGIONAL

5

2020 EN  
CHIFFRES 4

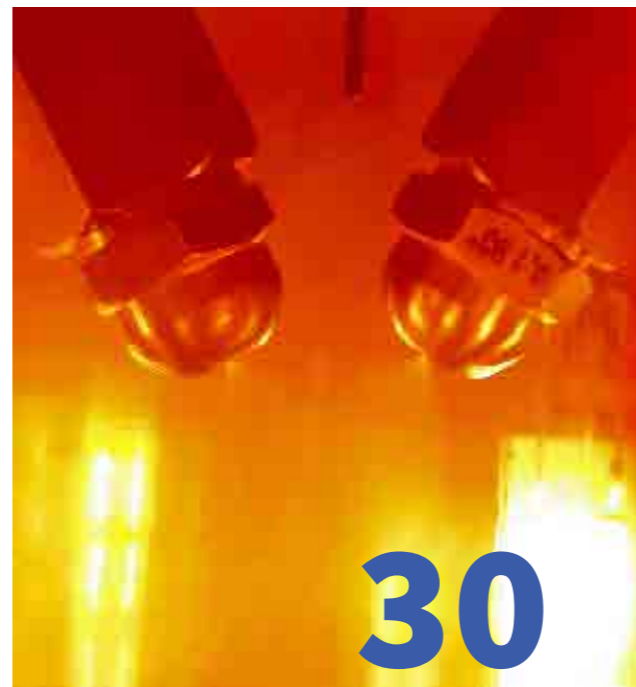


8

COVID-19,  
LE CNRS SUR LE PONT

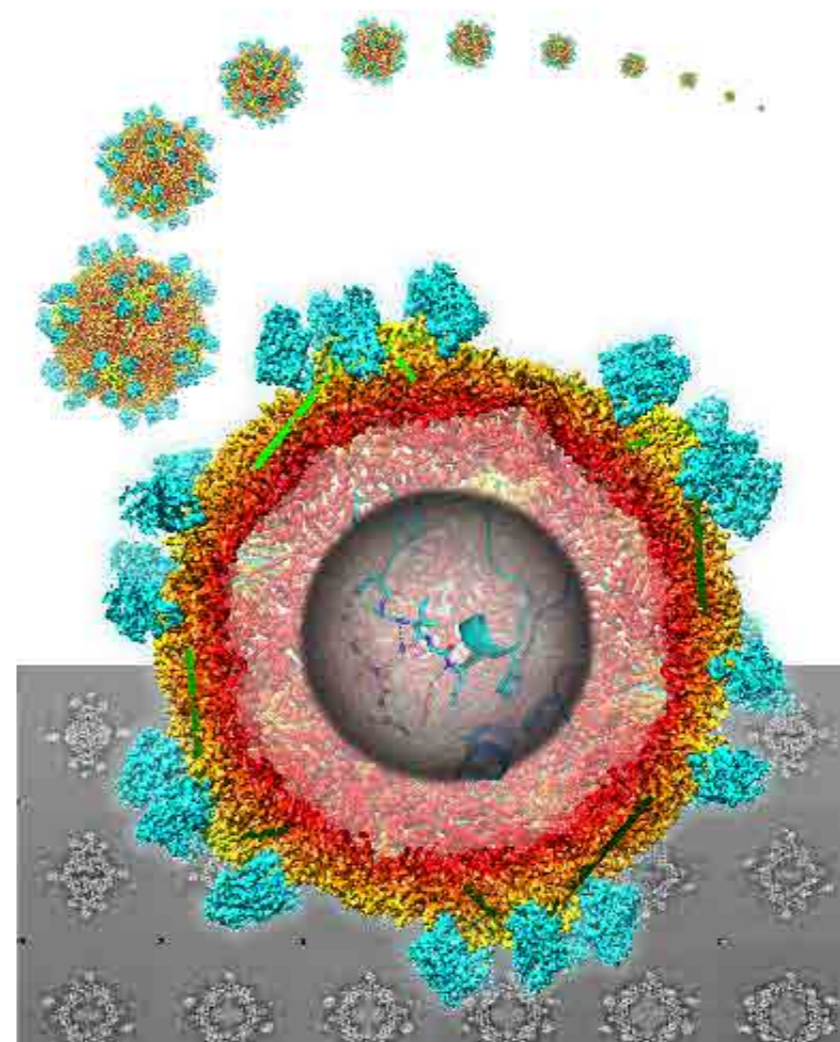
6 TALENTS  
& DISTINCTIONS

7 TEMPS FORTS



30

L'INNOVATION



12  
LA SCIENCE

32  
LES RESSOURCES

34  
LES LABORATOIRES

# 2020 EN CHIFFRES

## RESSOURCES

**155 M€** de budget,  
dont

**34 M€**  
financés sur ressources propres

**1 626** personnels,  
dont

**519** chercheurs

**741** ingénieurs et techniciens

**366** contractuels non titulaires  
de droit public

**42** unités de recherche  
et de service

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

## IMPLANTATION

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

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

## VALORISATION

**817** contrats signés  
en gestion CNRS pour

**44 M€** dont

**47** collaborations bilatérales  
de recherche avec des industriels

**165** subventions obtenues (hors CE)  
pour **32 M€**

**17** contrats signés avec la Commission  
européenne pour **8 M€**

## BREVETS

**531** familles de brevets  
actives

**23** nouvelles demandes  
de brevets

## START-UP

**57** start-up créées  
depuis 1999



**Patrice Soullie**

Délégué régional  
en Alsace

© CNRS C. Delalex-Bindner

## ÉDITO

Quelle année... Au printemps 2020, le monde s'est trouvé figé par la pandémie de COVID-19. Pour faire face, la recherche ne s'est pas arrêtée, bien au contraire. L'ensemble des personnels des établissements se sont mobilisés pour répondre à ce défi.

Face à l'urgence et dans une coordination exemplaire, les laboratoires alsaciens, la délégation régionale du CNRS, nos partenaires universitaires, l'Inserm, ont fourni, en lien avec les services de l'État, masques et équipements de protection et distribué, voire produit en quantité, de la solution hydroalcoolique. Les scientifiques se sont immédiatement engagés pour tenter de trouver au plus vite des réponses et toutes les compétences ont été mises à contribution pour identifier et comprendre ce virus mais aussi observer cette crise dans la perspective d'en analyser les conséquences sociales et économiques.

Dans tous les champs thématiques, les chercheurs ont continué à faire avancer les connaissances. Les nombreux faits présentés dans les pages qui suivent l'illustrent.

Merci à tous, chercheurs, ingénieurs, techniciens des unités et des structures d'appui pour votre investissement sans faille.

Comme j'ai déjà eu l'occasion de l'exprimer, le temps de la recherche n'est pas celui des médias. Un article scientifique n'est pas un article journalistique. Que nos concitoyens puissent appréhender ces notions est fondamental. Et il est de notre devoir d'expliquer le monde de la recherche, d'explicitier les particularités de la démarche scientifique, de donner à voir les avancées récentes, toujours plus, toujours mieux.

Le document que vous tenez entre les mains y contribue, de la mise en valeur de l'allée des tombeaux à Strasbourg-Koenigshoffen, à l'auto-organisation critique dans le domaine de la physique, en passant par les boucliers chimiques développés par les plantes pour faire face aux attaques d'insectes...

Je vous souhaite une bonne lecture.

Strasbourg, août 2021

“ EN 2020, FACE À LA CRISE PANDÉMIQUE MONDIALE, LE CNRS TOUT ENTIER S'EST FORTEMENT MOBILISÉ ET A DÉMONTRÉ SA RÉACTIVITÉ AVEC DES RECHERCHES INTERDISCIPLINAIRES DÉDIÉES AU SRAS-COV-2 ET LE DÉVELOPPEMENT DE SOLUTIONS TECHNIQUES DANS DES DÉLAIS TRÈS COURTS. L'ÉTABLISSEMENT A AUSSI SIGNÉ AVEC L'ÉTAT UN NOUVEAU CONTRAT D'OBJECTIFS ET DE PERFORMANCE (COP) QUI DÉFINIT LES GRANDES ORIENTATIONS ET ACTIONS QUE NOUS CONDUIRONS JUSQU'EN 2023. ELLES FAVORISERONT LA PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET LEUR TRANSFERT AUTOUR DE SIX GRANDS DÉFIS SOCIÉTAUX : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT, LES TERRITOIRES DU FUTUR, LES INÉGALITÉS ÉDUCATIVES ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE. ”

Antoine Petit, président-directeur général du CNRS



# TALENTS & DISTINCTIONS



## BORIS HIPPOLYTE

**médaille d'argent du CNRS**

Spécialiste en physique subatomique à l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien, il étudie le plasma de quarks et de gluons, état de l'Univers primordial quelques microsecondes après le Big Bang. Depuis 2004, il participe à l'expérience ALICE, *A Large Ion Collider Experiment*, menée auprès du Grand collisionneur de hadrons du CERN (organisation européenne pour la recherche nucléaire) pour déterminer les propriétés de ce plasma. Avec près de 2 000 collaborateurs et un dispositif expérimental de la taille d'une cathédrale, l'expérience ALICE reste pour lui « *une aventure autant humaine que scientifique* ».



## JEAN-LUC IMLER

**médaille d'argent du CNRS**

Biologiste, il dirige le laboratoire Modèles insectes de l'immunité innée au sein de l'Institut de biologie moléculaire et cellulaire. Ses travaux portent sur l'immunité innée des insectes, en partant d'un organisme modèle simple : la mouche drosophile. Il recherche des mécanismes conservés au cours de l'évolution, susceptibles d'aider à mieux comprendre les bases génétiques de la sensibilité aux infections chez l'humain, mais aussi des mécanismes innovants inventés par les insectes pour contrer les infections, qui pourraient inspirer de nouvelles stratégies thérapeutiques.



## DAMIEN DAVAL

**médaille de bronze du CNRS**

Géochimiste au Laboratoire d'hydrologie et de géochimie de Strasbourg, il s'intéresse à la compréhension des processus d'altération des minéraux. Il étudie en particulier les mécanismes régissant les échanges de matière entre eau et roches.



## VINCENT HYENNE

**médaille de bronze du CNRS**

Biologiste au laboratoire Inserm Immunorhumatologie moléculaire, il travaille sur les vésicules extracellulaires, en particulier lors d'une progression tumorale. Elles participent en effet à la communication cellulaire en transportant les messages qu'elles encapsulent d'une cellule à une autre.



## JOANNA WENCEL-DELORD

**médaille de bronze du CNRS**

Chimiste au Laboratoire d'innovation moléculaire et applications, elle explore la catalyse homogène asymétrique, pour construire des molécules et des squelettes moléculaires chiraux, en privilégiant des méthodologies innovantes, plus vertes et éco-compatibles.

## TEMPS FORTS

### 15 instituts thématiques interdisciplinaires (ITI)

*Dans le cadre de l'initiative d'excellence Dépasser les frontières, coportée par l'Université de Strasbourg, le CNRS et l'Inserm, quinze instituts thématiques interdisciplinaires ont été labellisés le 7 janvier 2020 par le président de l'Unistra et les PDG du CNRS et de l'Inserm. Ces projets, évalués par un comité d'experts scientifiques internationaux, fédèrent 33 unités du CNRS en Alsace et concrétiseront la mise en relation des acteurs aux compétences disciplinaires complémentaires autour d'une même thématique.*

[iti.unistra.fr](http://iti.unistra.fr)

### Convention quinquennale entre le CNRS et l'Université de Strasbourg

*Antoine Petit, président-directeur général du CNRS et Michel Deneken, président de l'Unistra, ont signé à Strasbourg le 23 novembre 2020 une convention quinquennale de partenariat, en présence de Fabienne Blaise, rectrice déléguée pour l'Enseignement supérieur, la recherche et l'innovation. Les deux établissements témoignent ainsi de leur détermination à poursuivre la construction d'une politique scientifique partagée, et à accroître le rayonnement international de la recherche menée dans les laboratoires alsaciens.*



De gauche à droite: Michel Deneken, président de l'Université de Strasbourg, et Antoine Petit, président-directeur général du CNRS.

### CRISTAL COLLECTIF

**Application GAF - Gestion des anomalies factures**

L'application en ligne GAF, fruit d'une collaboration entre la délégation Alsace et la Direction des comptes et de l'information financière (DCIF), permet de dématérialiser et de sécuriser le contrôle des dépenses de l'organisme, d'en référencer les anomalies et d'en assurer le suivi au niveau local et national.



De gauche à droite: Éric Simon, Benoît Fleury, Pierrick Bossert, Jérôme Berger, Audrey Félix, Mathias Eck.



De gauche à droite: Nicole Benoit, Stéphane Drouet, Sylvie Dupuis, Sylvie Naves.

### Prix Fondation Unistra Guy Ourisson Cercle Gutenberg

- Stefano Bianchini | BETA
- Pierre-Éric Lutz | INCI
- Gabriel Malouf | IGBMC
- Joanna Wencel-Delord | LIMA

### Prix Espoirs de l'Université de Strasbourg

- Juliette Godin | IGBMC
- Michalina Gora-Gioux | ICube
- Damien Mertz | IPCMS
- Maud Villain-Gambier | IPHC
- Guillaume Weick | IPCMS

### Prix Académie des sciences

- Céline Le Bohec | IPHC

### Prix Jeunes talents France L'Oréal-Unesco pour les Femmes et la science

- Lorène Jeantet | IPHC

### Académie européenne des sciences - Nomination

- Sylviane Muller | BSC

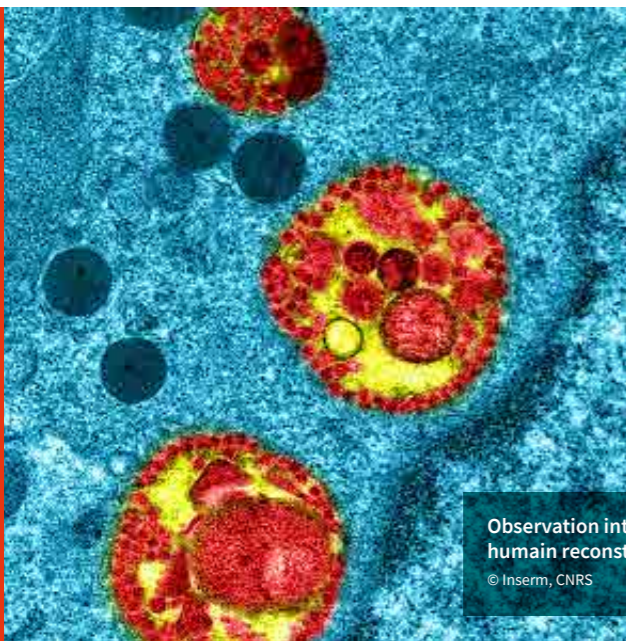
# COVID-19, LE CNRS SUR LE PONT

La délégation Alsace et les unités ont répondu présentes aux appels à projets – comme *Flash COVID-19* lancé par l'ANR ou *Résilience* de la Région Grand Est – et ont élaboré de nouveaux projets, tout en faisant preuve d'une grande adaptabilité pour préserver à distance les échanges entre pairs, ainsi qu'avec le public.

Analyse des prélèvements effectués en station d'épuration dans le cadre du réseau national Obépine (Observatoire épidémiologique dans les eaux usées).  
© CNRS N. Busser







Observation intracellulaire d'épithélium respiratoire humain reconstitué MucilAir™ infecté par le SRAS-CoV-2.  
© Inserm, CNRS

## Essai clinique du tocilizumab

Les équipes strasbourgeoises ont été mobilisées dans le cadre du programme national d'essais thérapeutiques *CORIMUNO-19* pour vérifier l'effet du tocilizumab, un immunomodulateur aux propriétés anti-inflammatoires. L'essai a porté sur des patients atteints de COVID-19 et hospitalisés pour une pneumonie modérée à sévère. Il a fait partie des premières études sur ce médicament repositionné, précédant l'étude britannique *RECOVERY* et une méta-analyse des différents essais cliniques qui ont conclu à l'amélioration significative du pronostic des patients.

Projet *CORIMUNO-19*  
Immunologie, immunopathologie et chimie thérapeutique

## COVID-19 : facteur favorisant l'embolie pulmonaire ?

Lors de la première vague de la COVID-19 en France, en mars 2020, la question s'est posée d'un lien entre infection grave à cette maladie et caillot (embolie) dans les artères pulmonaires. En étudiant les scanners thoraciques des malades et en les comparant avec des patients contrôles, les chercheurs ont établi qu'effectivement 30 % des patients COVID-19 – un taux anormalement élevé – présentaient une embolie pulmonaire aiguë, dont la détection pouvait être facilitée par un dosage sanguin (D-dimères).

Radiology | avril 2020  
Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie  
Hôpitaux universitaires de Strasbourg

## Ce que nous disent les eaux usées

L'analyse des eaux usées est un puissant outil de veille sanitaire en général. Pour surveiller la propagation de SRAS-CoV-2, les scientifiques ont construit des protocoles de suivi du virus non seulement dans les eaux usées mais aussi dans les boues d'épuration. À terme, une centaine de stations d'épuration sur les 20 000 que compte la France métropolitaine serviront de sentinelles d'alerte.

Projet Covid-EU (appel à projets *Résilience*, Région Grand Est-ANR)  
Observatoire épidémiologique dans les eaux usées (réseau Obépine)  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien

## Marqueurs de gravité de la COVID-19

Pour identifier des marqueurs prédictifs de gravité de la COVID-19, plusieurs équipes de chercheurs ont analysé le sang de patients de moins de 50 ans, atteints de détresse respiratoire aiguë. Ils ont conduit des approches moléculaires allant de la génomique, la transcriptomique, la protéomique à la cytométrie en flux. Les signatures protéomiques dans le plasma et les cellules immunitaires permettent de différencier les patients critiques des patients non critiques, et représentent de nouvelles voies pour le développement de traitements.

Une autre étude par spectrométrie de masse structurale a porté sur l'hémoglobine des patients. Les résultats montrent que la structure quaternaire de l'hémoglobine ne présente pas de modification, infirmant l'hypothèse de l'interaction du virus SRAS-CoV-2 avec l'hémoglobine empêchant la fixation de l'oxygène.

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien

## 1,7 milliard de molécules virtuelles passées au microscope moléculaire

En recourant au docking moléculaire – modélisation moléculaire qui calcule l'orientation de prédilection d'une molécule vers une seconde – les scientifiques ont orchestré le criblage « virtuel » de près de 2 milliards de molécules potentiellement synthétisables. 750 ont été synthétisées par chimie combinatoire automatisée et sont testées pour leur capacité d'inhiber la réplication du virus SRAS-CoV-2.

Projet HT-COVID  
Laboratoire d'innovation thérapeutique

## 130 équipes du monde entier criblent 54 milliards de molécules

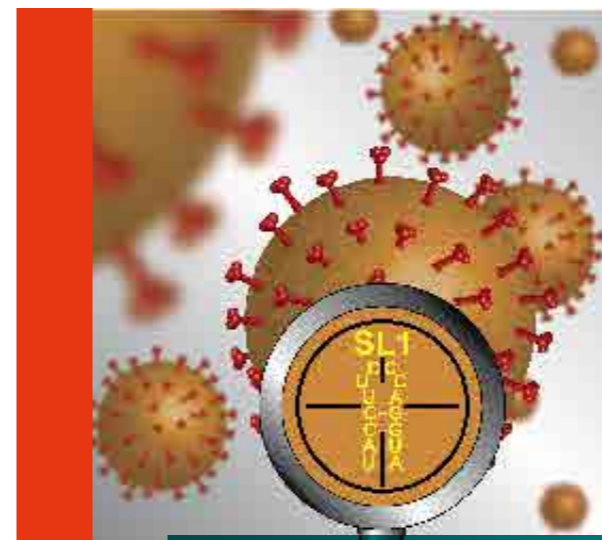
54 milliards de molécules ont été criblées virtuellement, en réponse au défi lancé à l'échelle internationale par la Fondation non gouvernementale JEDI (Joint European Disruptive Initiative) pour identifier des molécules bloquant les interactions avec des protéines de SRAS-CoV-2. Au final, 878 molécules ont été synthétisées et sont actuellement testées. Les données sont en accès libre, pour accélérer la recherche de médicaments.

jedi.foundation  
Chimie de la matière complexe

## SL1, clé de multiplication du virus

Comprendre comment le génome du SRAS-CoV-2, une macromolécule d'ARN, fonctionne revient à s'intéresser très finement à son repliement en motifs structuraux. Les chercheurs se sont focalisés sur l'extrémité 5' de l'ARN du virus, appelée « région non traduite ». Elle contient une structure en « épingle à cheveux » ou *stem-loop* (SL1), qui permet d'ouvrir le verrou moléculaire que constitue la protéine NSP1, mise en place par le virus sur le ribosome afin de bloquer la traduction de la cellule infectée. La structure SL1 agit comme une clé moléculaire pour ouvrir l'accès et garantir la traduction exclusive des protéines virales. Ce système ingénieux permet au virus de prendre le contrôle du ribosome de la cellule infectée, en bloquant la traduction cellulaire pour favoriser la traduction du génome viral.

RNA | décembre 2020  
Architecture et réactivité de l'ARN



La structure SL1 du -CoV-2, une cible thérapeutique pour bloquer le virus  
© F. Martin

## Acceptation des politiques publiques

Pour lutter contre la pandémie de COVID-19, chaque pays adopte des mesures de protection. Encore faut-il qu'elles soient acceptées par les populations. À la fin du premier confinement, des chercheurs ont interrogé les Français, distinguant les personnes vulnérables, les femmes et les 18-24 ans, face à différentes mesures incluant des limitations de voyages à plus de 100 km, à moins de 100 km, une application de suivi, une compensation financière. Les jeunes se sont montrés le groupe le plus réfractaire, acceptant cependant une compensation financière rejetée par les autres groupes, mais possible levier de futures mesures.

The Lancet Public Health | décembre 2020  
Bureau d'économie théorique et appliquée

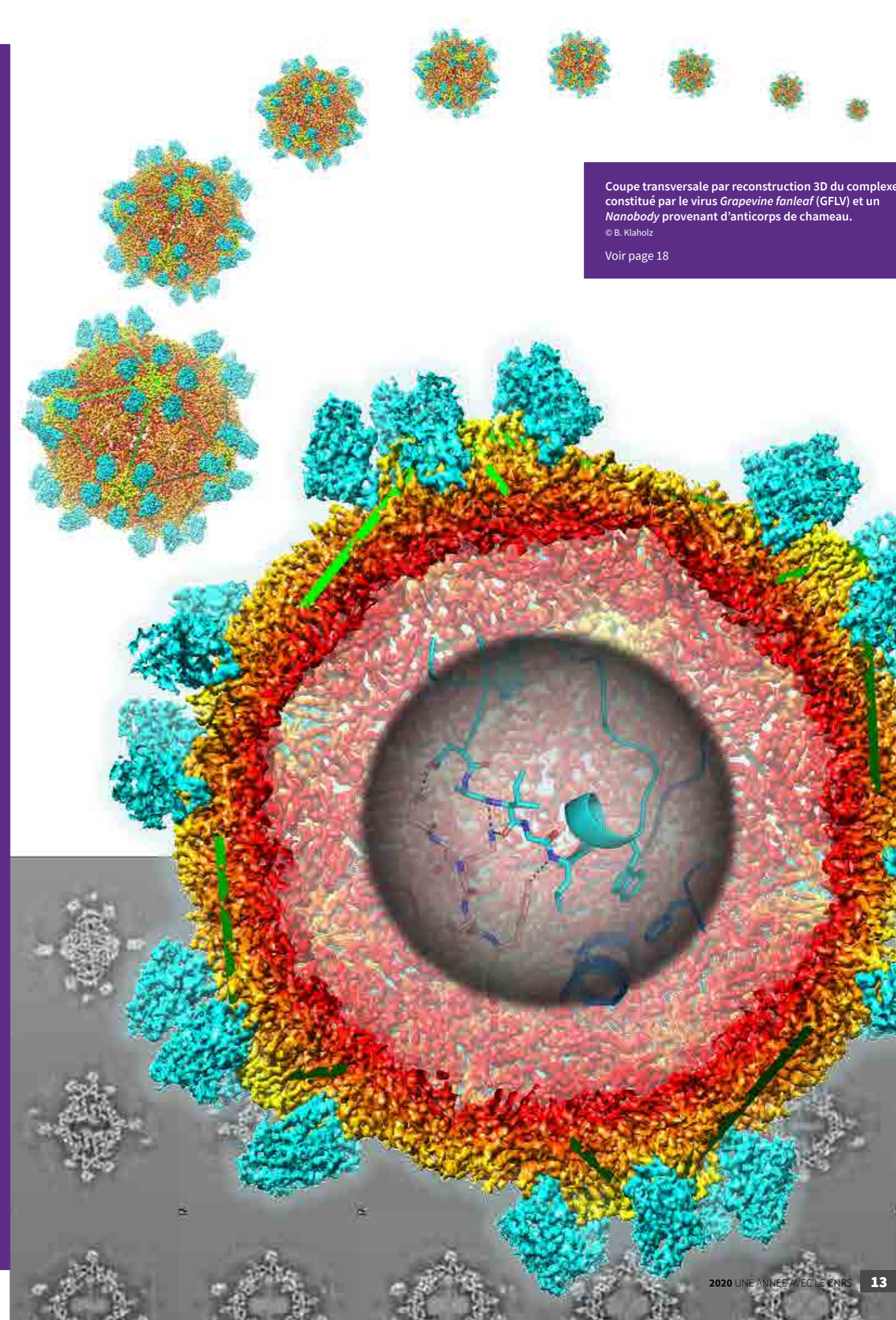
Un médicament, en essai clinique, améliore de plus de 25 % les capacités respiratoires de patients atteints d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë, dû à la COVID-19, diminuant ainsi leur oxygénation assistée et améliorant les symptômes liés à la maladie.

Plateforme de chimie biologique intégrative de Strasbourg



# LA SCIENCE EN 2020

Comprendre les civilisations, décrypter le vivant, améliorer les matériaux, développer de nouveaux process... Malgré la pandémie de COVID-19, l'actualité scientifique est restée très riche en 2020.



Coupe transversale par reconstruction 3D du complexe constitué par le virus *Grapevine fanleaf* (GFLV) et un *Nanobody* provenant d'anticorps de chameau.

© B. Klaholz

Voir page 18



## SOCIÉTÉ

### Les anciens Égyptiens emportaient leur réseau social dans l'au-delà

L'iconographie et les textes de la stèle funéraire du scribe Tetiankh manifestent les liens intergénérationnels familiaux et les liens sociaux hiérarchiques mis à l'honneur lors des rites funéraires, illustrant le réseau de solidarité et d'influence du défunt. La comparaison de cette stèle provenant de la nécropole de Thèbes avec d'autres stèles de la même période, la 18<sup>e</sup> dynastie égyptienne (1 550 - 1 100 ans avant notre ère), révèle une mise en scène commune aux élites.

Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale  
Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée - Europe



D'une facture exceptionnelle, la stèle de Tetiankh a été découverte près de Louxor en 2018 lors de fouilles menées par le laboratoire Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée - Europe et l'Institut français d'archéologie orientale (IFAO), sous la supervision du ministère égyptien des antiquités.

© F. Colin

## Alsace néolithique

La plaine du Rhin supérieur était habitée au Néolithique par des agriculteurs-éleveurs de la culture à « céramique linéaire », en référence aux décorations en ruban de leurs poteries. Mais ces groupes n'étaient pas uniformes, comme le montre l'analyse des motifs des rubans ou celle des rituels funéraires. De plus, en analysant les résidus lipidiques de 900 poteries et en les datant par radiocarbone, les chercheurs ont appris que leurs pratiques d'élevage et donc leurs régimes alimentaires, différaient aussi, reposant sur une consommation de porc plus importante dans le nord de l'Alsace et plus de lait au sud.

Journal of Archaeological Science | octobre 2020  
Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée - Europe

## Réunification de l'Allemagne : 30 ans après

L'unification allemande en 1990 a-t-elle donné naissance à une société unie, ou bien Allemagne de l'Est et Allemagne de l'Ouest continuent-elles à vivre séparées par un mur invisible ? Réunis en colloque, les chercheurs ont voulu établir un diagnostic social sur l'Allemagne contemporaine. Organisateur, le GermanoPôle, qui soutient les collaborations avec les chercheurs germanophones, a donné une forte dimension interdisciplinaire en sciences sociales à un événement scientifique accompagné de plusieurs manifestations artistiques.

Du 1<sup>er</sup> au 3 octobre 2020  
Maison interuniversitaire des sciences de l'Homme - Alsace

## « 24 heures de la vie en RDA »

Comment vivait-on en Allemagne de l'Est dans les années 1970 ? Cet ouvrage d'Emmanuel Droit décrit en neuf scènes le quotidien d'une société contrôlée par le parti socialiste et marquée par des accommodements entre le régime et la population.

Presses universitaires de France  
Dynamiques européennes

## Violences sexuelles

La vaste enquête VIRAGE — Violences et rapports de genre —, initiée par l'INED en 2015, livre ses résultats, fruit d'un travail scientifique collectif. Ils apportent la mesure des violences sexuelles dans différents contextes : au sein du couple ou de la famille, au cours des études supérieures, dans la sphère professionnelle, les espaces publics et identifient les contextes de surexposition à ces violences (séparation, LGBT, migration, mauvaise santé physique et mentale). Ces données fournissent des outils solides pour renforcer les politiques publiques.

Violences et rapports de genre, sous la direction de Elizabeth Brown, Alice Debauche, Christelle Hamel et Magali Mazuy  
Ined éditions  
Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe

## SOCIÉTÉ

### Terrorisme, désistance et désengagement

La réintégration sociale des personnes condamnées pour faits de terrorisme et des personnes suspectées de radicalisation constitue un enjeu majeur pour la société et particulièrement pour les acteurs de la justice, de la police, de l'administration pénitentiaire et du travail social. Le projet TROC, Terrorists Reintegration in Open Custody, analyse les leviers et les freins en jeu dans une approche pluridisciplinaire — sociologie, psychologie, droit — qui s'inscrit dans l'étude de la désistance et du désengagement : un champ de recherche centré sur les processus de sortie de la délinquance et de la violence.

Dynamiques européennes

### La concurrence entre grandes entreprises et ses effets macroéconomiques

Sur beaucoup de marchés, quelques grandes firmes se font concurrence et font concurrence à une frange de petites entreprises. Ce type de marché, oligopolistique, est pourtant largement absent de la théorie macroéconomique, qui traite comme négligeable la taille des entreprises. D'où l'intérêt d'élaborer un modèle d'oligopole couvrant le spectre des conduites des grandes firmes, de l'entente tacite à la concurrence débridée, avec des paramètres parcimonieux et testables empiriquement. Ce modèle, conçu en vue d'être intégré aux modélisations macroéconomiques, vise l'analyse du chômage, de l'investissement ou de l'innovation, domaines où les stratégies oligopolistiques peuvent renverser des résultats établis. Ces travaux ont été distingués par la Société pour l'avancement de l'économie théorique.

Rodolphe Dos Santos Ferreira, lauréat de l'Economic Theory Fellowship | juillet 2020  
Bureau d'économie théorique et appliquée

### Les aventures d'un pamphlet antidémocratique

Des historiens montrent comment la Constitution des Athéniens, pamphlet écrit au V<sup>e</sup> siècle avant notre ère contre la démocratie d'Athènes, a été diversement comprise selon l'idéologie monarchiste, marxiste, républicaine ou franquiste de ses interprètes. Le texte, partisan de l'oligarchie, reproche à la démocratie de laisser la parole aux pauvres et de leur donner le pouvoir d'opprimer les riches, qui devraient être les seuls à gouverner. Source historique anonyme, il n'en révèle pas moins une autre facette de la démocratie athénienne !

Dominique Lenfant (dir.), Les aventures d'un pamphlet antidémocratique. Transmission et réception de la Constitution des Athéniens du Pseudo-Xénophon (V<sup>e</sup> siècle av. J.-C. - XXI<sup>e</sup> siècle), De Boccard  
Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée - Europe



Début de la Constitution des Athéniens, extrait d'un manuscrit grec du XV<sup>e</sup> siècle conservé à la Bibliothèque Estense de Modène.

© Ministère italien des Biens et activités culturelles et du tourisme

### Europe : une alimentation saine et durable, un droit légitime

Le droit à une alimentation saine et durable, individuel et collectif, en Europe concerne des aspects aussi variés que les conditions de production, la protection des consommateurs, les règles de publicité, la fiscalité, l'étiquetage, etc. Pour comprendre la fabrique des normes, leurs contenus, limites et application, les chercheurs examinent en détail les travaux préparatoires des dispositions juridiques, les réglementations adoptées, la jurisprudence au niveau français comme européen. Le droit à une alimentation saine et durable pourrait aussi suivre la même trajectoire que le droit à un environnement sain, qui ne figure pas dans la Convention européenne des droits de l'Homme, mais fait jurisprudence.

Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe

## Les animaux en religion

Alors que la garantie des droits humains demeure inachevée, la promotion du bien-être animal, intégrée dans les Traités européens, gagne du terrain. Sollicitée par les défenseurs des animaux pour son interprétation et son application, la Cour de justice de l'Union européenne (Luxembourg) valide certaines ingérences dans les rites religieux d'abattage. Comment alors établir un juste équilibre entre protection du bien-être animal et la liberté des religions ?

Journée d'étude pluridisciplinaire  
Droit, religion, entreprise et société



## VIVANT

### ARN lucioles !

Les ARN, molécules centrales dans l'expression des gènes, sont présents dans les cellules, mais ils circulent aussi en grand nombre de manière extracellulaire. La question est de comprendre leur rôle et les messages qu'ils transportent. Naturellement non fluorescents, il est difficile de les suivre en imagerie. En utilisant la technologie de microfluidique en gouttelettes qui permet d'analyser des millions de molécules par heure, les biochimistes ont développé une nouvelle sonde très fluorogène et spécifique de l'ARN qui permet de mieux les observer.

*Nature Chemical Biology* | janvier 2020  
Architecture et réactivité de l'ARN



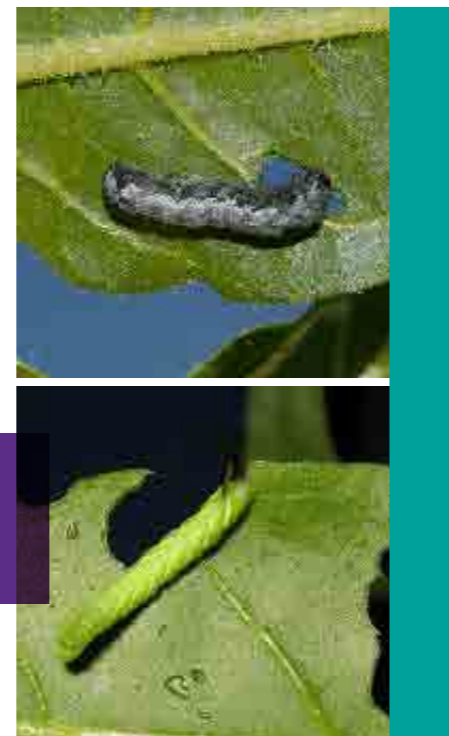
Vue d'une surface de gouttelettes : celles contenant le produit d'intérêt s'illuminent et peuvent être séparées des autres pour analyse.

© ARN

### Plantes, forteresses imprenables ou cibles mouvantes ?

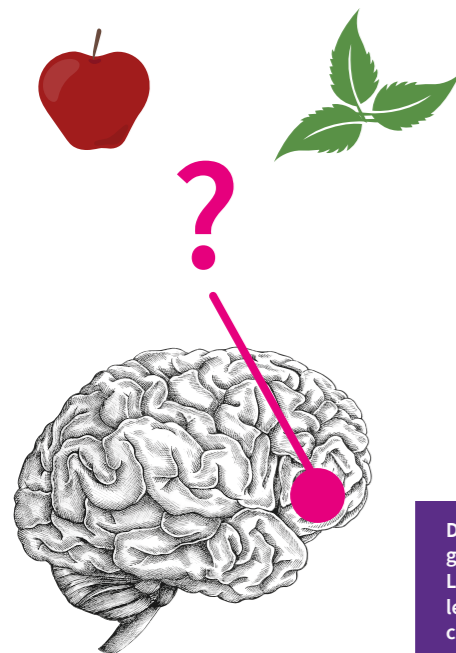
Les plantes produisent une diversité de métabolites pour lutter contre les insectes herbivores. Deux théories, *Optimal defense* et *Moving target*, formulées il y a plus de 40 ans, visent à décrire l'activation de ces défenses. En combinant métabolomique et théorie de l'information, les chercheurs ont testé les prédictions de ces théories et montré que, pour différentes espèces végétales, les réponses métaboliques sont systématiquement en accord avec la théorie de la « défense optimale ».

*Science Advances* | juillet 2020  
Institut de biologie moléculaire des plantes



En haut : le ver du cotonnier *Spodoptera littoralis*.  
En bas : le sphinx du tabac *Manduca sexta*.  
Les analyses montrent une réorganisation du métabolisme stratégiquement adaptée à chaque ravageur.

© D. Kessler, Max Planck Institute for Chemical Ecology, Iéna, Allemagne



### Influencer la prise de décision

Les chercheurs ont modifié expérimentalement une décision « économique », basée sur la comparaison de valeurs subjectives calculées en intégrant différentes dimensions d'une offre (qualité, quantité, coût). Dans le cortex orbito-frontal, un ensemble de neurones distincts est activé par la valeur et l'identité des offres proposées et choisies. En micro-stimulant ces neurones lors d'expérience avec des animaux, ils ont influencé leurs décisions, ouvrant des perspectives pour les situations d'addiction, de dépression ou de troubles alimentaires.

*Nature* | novembre 2020  
Laboratoire de neurosciences cognitives et adaptatives

Différentes récompenses sont proposées au sujet (dans l'étude, une goutte de jus de pomme versus trois gouttes de thé à la menthe). Les recherches ont démontré que les signaux de valeur encodés par les neurones du cortex orbito-frontal sont impliqués de manière causale dans la décision prise.

© Freepik, O. Fély

## VIVANT

### Apport des acides gras, mécanismes cellulaires

Si diverses études soulignent les bienfaits des acides gras polyinsaturés comme les Omega 3 sur la santé du cerveau, le fonctionnement au niveau cellulaire reste largement incompris. Ces travaux apportent une vision inédite des fonctions biologiques jouées par les lipides qui, selon leur structure et leur composition en acide gras, se révèlent être des partenaires spécifiques des machineries protéiques. Au niveau cellulaire, ils révèlent les mécanismes par lesquels l'apport d'acides gras variés pourrait influencer notre résistance au stress et nos capacités cognitives.

*Cell Reports* | août 2020  
Institut des neurosciences cellulaires et intégratives

### Normaliser l'hypercalcémie

La vitamine D3 bioactive joue un rôle central dans la régulation des niveaux de calcium en contrôlant l'activité du récepteur de la vitamine D. Une molécule empêchant la suractivité de ce récepteur en présence de fortes doses de vitamine D3 a été identifiée.

Elle représente une option thérapeutique prometteuse pour les hypercalcémies induites par des excès de vitamine D3 bioactive, à l'origine de maladies rares sans traitement efficace à ce jour.

*Nature Communications* | décembre 2020  
Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### SAGA, sa structure atomique dévoilée

Par cryomicroscopie électronique, les chercheurs ont révélé la structure atomique de SAGA (Spt-Ada-Gcn5-Acetyltransferase), un assemblage de 19 protéines impliqué dans l'expression des gènes lors de la transcription. L'expression des gènes doit être modulée pour assurer la survie, la croissance et la différenciation cellulaire et SAGA joue un rôle clé dans cette régulation. En réponse à un signal cellulaire, SAGA est recruté en amont d'un gène à transcrire, modifie l'organisation de la chromatine qui compacte l'ADN, et dépose la protéine TBP pour initier la transcription du gène. Ces travaux révèlent l'organisation spatiale de cet assemblage multifonctionnel et montrent comment SAGA délivre TBP aux promoteurs des gènes.

*Nature* | janvier 2020  
Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

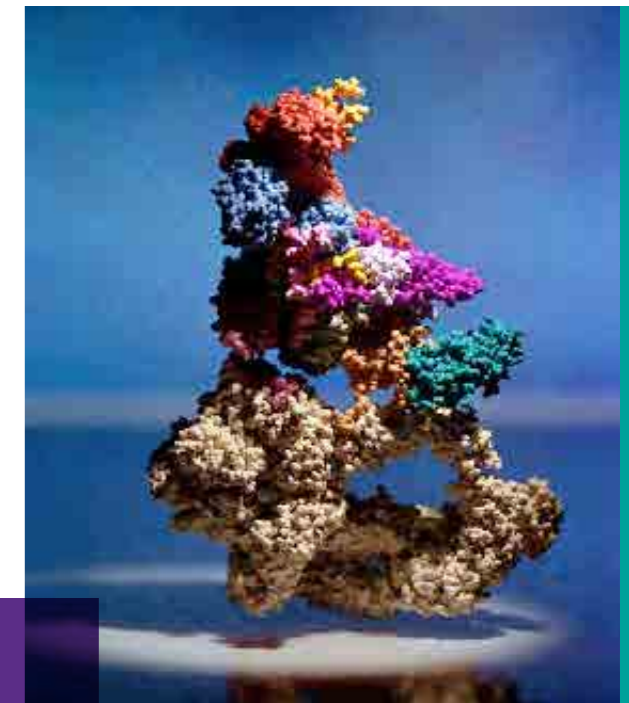
Deux millions d'images moléculaires ont été enregistrées puis combinées pour construire la structure 3D de SAGA à l'échelle atomique. Chaque protéine est représentée par une couleur différente et la protéine TBP, qui initie la transcription des gènes, est représentée en vert.

© G. Papai

### Méthylation de l'ADN

L'ajout de groupement CH3 sur la molécule d'ADN est une marque épigénétique très étudiée pour son rôle dans l'embryogenèse et la cancérogenèse. De nouveaux résultats révèlent que ce processus de méthylation agit comme un gardien de l'intégrité du génome dans l'embryon de souris.

*Nature Communications* | juin 2020  
Biotechnologie et signalisation cellulaire





Un des deux fragments non fluorescents de la GFP extraite de la méduse *Aequorea victoria* est exprimé par l'ADN mitochondrial ; l'autre fragment, fusionné à la protéine dont on veut tester la localisation mitochondriale, est exprimé par l'ADN nucléaire. Si cette protéine se localise dans la mitochondrie, alors les deux fragments s'auto-assemblent pour reconstituer une GFP fluorescente rendant les mitochondries fluorescentes.

© Jaime Olivares, peintre strasbourgeois



## Une GFP fragmentée bi-génomique pour tester l'import mitochondrial de protéines à localisations multiples

Les scientifiques ont créé une souche de levure exprimant une protéine GFP, *Green Fluorescent Protein*, fragmentée bi-génomique, dont un fragment est codé par l'ADN nucléaire et l'autre par l'ADN de la mitochondrie. Elle permet de visualiser la fraction mitochondriale de protéines de levure ou d'autres espèces d'eucaryotes, se localisant simultanément dans la mitochondrie et dans d'autres compartiments de la cellule.

eLife | juillet 2020

Génétique moléculaire, génomique et microbiologie

## La cryomicroscopie pour mieux comprendre la maladie du court-noué de la vigne

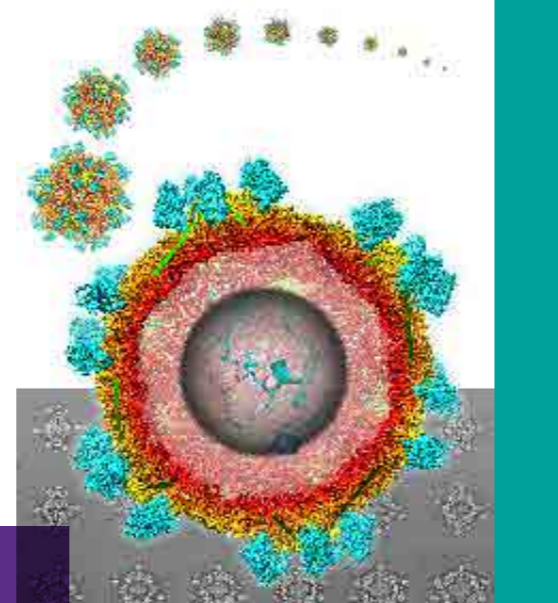
La structure tridimensionnelle à l'échelle atomique d'un complexe entre le *Grapevine fanleaf virus* (GFLV), pathogène majeur responsable de la maladie du court-noué de la vigne, et un fragment d'anticorps neutralisant de camélidés, appelé *Nanobody*, a été déterminée par cryomicroscopie électronique. La connaissance de cette structure permet de comprendre la façon dont le *Nanobody* interagit pour neutraliser le virus dans la plante et révèle le mécanisme de contournement de la résistance impliquant des mutations en surface du virus.

Proceedings of the National Academy of Sciences | juin 2020

Architecture et réactivité de l'ARN

Institut de biologie moléculaire des plantes

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire



Coupe transversale par reconstruction 3D du complexe constitué par le virus *Grapevine fanleaf* (GFLV) et un *Nanobody* provenant d'anticorps de chameau.

© B. Klaholz

## Découverte d'un nouveau lipide modifié chez les champignons

Chez les champignons, les chercheurs ont découvert un composé inconnu jusqu'alors, et sans équivalent chez d'autres organismes : l'Ergostéryl-Aspartate (Erg-Asp). Il s'agit d'une forme modifiée de l'ergostérol, un constituant lipidique majeur et essentiel des membranes cellulaires, l'équivalent du cholestérol, auquel est ajouté un acide aminé : l'aspartate. Produit par de nombreux champignons, notamment pathogènes, l'Erg-Asp est passé inaperçu. Sa fonction reste inconnue mais sa conservation à travers l'évolution suggère qu'il pourrait être important dans leur physiologie.

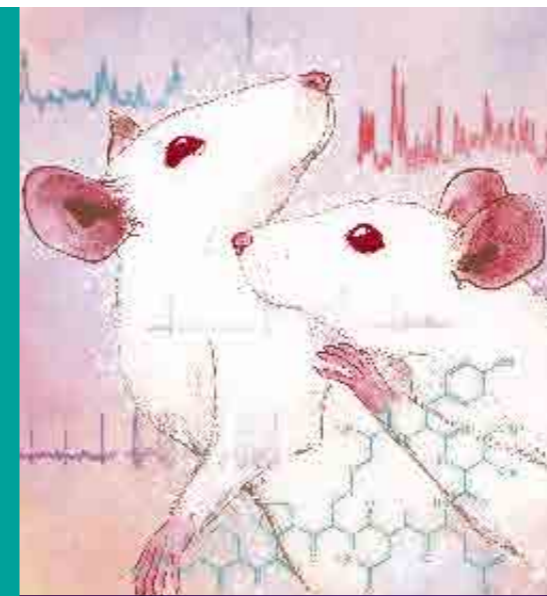
Proceedings of the National Academy of Sciences | juin 2020

Génétique moléculaire, génomique et microbiologie



Colonie d'*Aspergillus fumigatus*, moisissure responsable d'infections sévères chez l'Homme, avec la molécule Erg-Asp en surimpression. La modification de l'Erg en Erg-Asp est explorée afin d'établir si elle contribue à la résistance aux traitements antifongiques utilisés en milieu hospitalier.

© F. Fischer



Le contact social de départ, par le mécanisme de l'ocytocine, se traduit par l'augmentation de communication et de contacts sociaux entre membres de la même espèce.

© A. Charlet, V. Grinevich

## Le contact tactile favorise les interactions sociales via l'ocytocine

L'ocytocine est un neuropeptide fortement impliqué dans la régulation de certaines émotions, comme la peur ou l'attachement amoureux, les relations sexuelles ou encore les comportements parentaux. Les chercheurs ont établi de quelle façon l'ocytocine joue un rôle dans le développement de ces comportements sociaux. Une petite population de neurones à ocytocine, dits *parvocellulaires*, s'activent en cas de contact physique et excitent à leur tour une population de neurones ocytocinergiques bien plus grande.

Nature Neuroscience | juillet 2020

Institut des neurosciences cellulaires et intégratives

## La thiéno-guanosine, une sonde fluorescente parfaite pour l'ADN

Les techniques de fluorescence sont idéales pour suivre la dynamique des molécules du vivant. Mais quand il s'agit d'étudier l'ADN à l'échelle d'un de ses quatre constituants nucléiques, naturellement non fluorescents, cela relève du défi. Aussi les chercheurs ont eu recours à la thiéno-guanosine (thG), capable de remplacer la guanosine, sans perturbation. La compréhension des propriétés de fluorescence exceptionnelles de thG constitue une percée pour planifier et interpréter les études faites avec les ADN marqués par thG.

Journal of the American Chemical Society | septembre 2020

Laboratoire de bioimagerie et pathologies

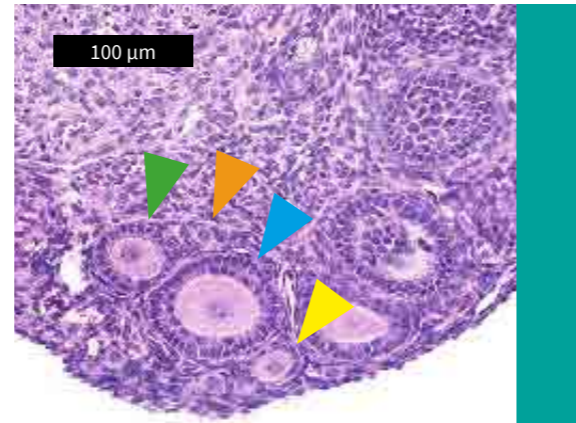


## VIVANT

### Ovocytes en croissance : une machinerie de transcription spécifique

Au cours de la croissance des ovocytes, la transcription est nécessaire pour créer des réserves d'ARN et de protéines importantes pour la fécondation et l'embryogenèse. Pendant cette période, le complexe TFIIID/TBP est remplacé par le complexe TBPL2/TFIIA qui établit le transcriptome maternel *via* l'utilisation de séquences promotrices spécifiques. L'intérêt de cette étude fondamentale est de mieux comprendre les problèmes associés à l'insuffisance ovarienne, une cause fréquente d'infertilité féminine.

*Nature Communications* | décembre 2020  
Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire



La taille des ovocytes augmente considérablement au cours de la croissance ovocytaire. Ici, des ovocytes de souris en croissance : stade follicule primordial (flèche orange), stade follicule primaire (flèche jaune), stade follicule secondaire précoce (flèche verte) et stade follicule secondaire (flèche bleue).

© S. D. Vincent

### Chez les bactéries, obtention en cryomicroscopie haute résolution de différentes structures qui révèlent des mécanismes de coordination entre transcription et traduction fournissant de nouvelles perspectives de compréhension mécanistiques.

*Sciences* | septembre 2020  
Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### Un nouveau microscope électronique pour la biologie structurale

Glacios, un nouveau cryomicroscope électronique, est installé au Centre de biologie intégrative ! Les échantillons préparés par congélation y sont observés pour reconstruire leur structure tridimensionnelle à haute résolution. Un instrument ouvert aux communautés scientifiques académiques et privées via les infrastructures FRISBI, *French Infrastructure for Integrated Structural Biology*, et Instruct-ERIC, à l'échelle européenne.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire  
Co-financé par le FEDER et l'Eurométropole de Strasbourg

### Première cartographie de protéines membranaires par fluorescence

Cible de plus d'un tiers des médicaments actuellement sur le marché, les récepteurs couplés aux protéines G (RCPG) sont situés dans la membrane des cellules où ils réagissent à des stimulations extérieures pour transmettre l'information à l'intérieur de celles-ci. Pour détecter les RCPG, un système par fluorescence a été développé en utilisant une sonde éteinte (OFF) qui s'allume lorsqu'elle rencontre le récepteur — sa cible (ON). Les chercheurs ont testé ce système avec succès sur le récepteur de l'ocytocine, surexprimé au niveau des glandes mammaires chez la souris allaitante et a abouti à la première cartographie d'un RCPG obtenue à l'échelle d'un animal.

*Chemical Science* | juin 2020  
Laboratoire de bioimagerie et pathologies  
Laboratoire d'innovation thérapeutique

### Levure : chronologie de la réplication

**Pour se multiplier, les cellules dupliquent l'intégralité de leur génome (ADN) puis se divisent ; une cellule mère donnant deux cellules filles. On décrit habituellement ces deux étapes comme successives dans le temps. Cependant, pour 20 à 40 % des cellules de levure étudiées, la synthèse de l'ADN et la séparation des chromosomes en deux coïncident. Cela permettrait d'augmenter le taux de croissance et la diversité évolutive.**

*Nature Communications* | mai 2020  
Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

## MATIÈRE

### Contenir un liquide sans paroi

L'exploit repose sur le principe de lévitation magnétique. Un champ magnétique permet de confiner un ferrofluide, en formant une cavité stabilisée magnétiquement, dans lequel un autre fluide peut s'écouler. La création de parois liquide-liquide ouvre de nouvelles possibilités pour la miniaturisation des circuits utilisés en microfluidique, où l'écoulement de très faibles quantités de liquide est exploité pour mener des analyses rapides en chimie et en biologie. La technologie est commercialisée par la start-up Qfluidics, créée en 2019.

*Nature* | mai 2020  
Chimie de la matière complexe  
Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg  
Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires



Les deux surfaces vertes marquent les limites intérieures et extérieures du ferrofluide.

© P. Dunne | IPCMS

### Contrôler la synthèse de molécules complexes

Les briques élémentaires sont de petits composés qui servent à la synthèse de molécules plus complexes, par exemple pharmaceutiques. L'ynamide, hydrocarbure contenant un atome d'azote, est une brique qui n'a pas encore d'application connue. En utilisant une catalyse au palladium, des chercheurs ont réussi à orienter la transformation d'ynamides vers deux architectures moléculaires choisies au lieu de quatre, qui se seraient produites sans ce contrôle. Ces travaux montrent que l'hydrométallation, à savoir l'insertion d'un métalloïde, jusque-là difficilement prédictible, peut enfin être contrôlée.

*Journal of the American Chemical Society* | juin 2020  
Laboratoire d'innovation moléculaire et applications

### Physique quantique : signature de la criticalité auto-organisée

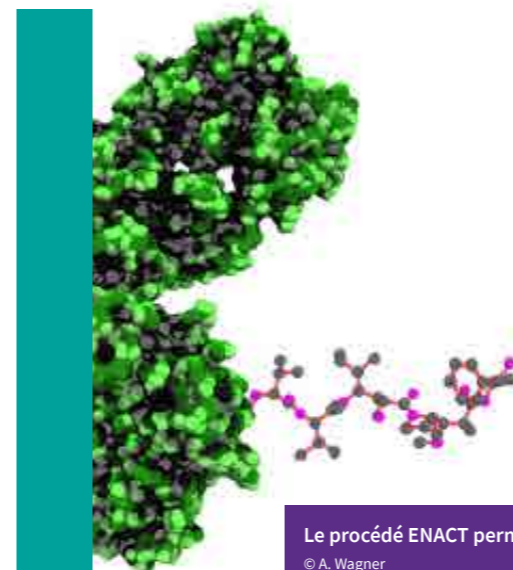
La criticalité auto-organisée est une explication élégante de la façon dont des structures complexes émergent et persistent dans la nature. Dans des conditions contrôlées en laboratoire, les physiciens ont décrit l'auto-organisation critique d'atomes de gaz de potassium ultra froids excités par un laser, observant ainsi leur organisation quantique. Trois signatures se dégagent : auto-organisation vers un état stationnaire indépendant des conditions initiales ; invariance d'échelle de la densité finale ; grandes fluctuations du nombre d'atomes excités obéissant à une distribution de loi de puissance. Ces résultats fournissent une confirmation expérimentale de la théorie élaborée en 1987 pour décrire l'organisation interne d'un système hors équilibre, telle l'apparition de catastrophes (tremblements de terre, avalanches, épidémies), ou encore, l'organisation de structures naturelles, comme les réseaux neuronaux.

*Nature* | janvier 2020  
Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires  
Institut de physique et de chimie des matériaux de Strasbourg

### Dompter la conjugaison aléatoire : une approche contrôlée pour lier des protéines et des molécules

Adjoindre des fonctionnalités à des protéines ouvre des voies pour explorer le vivant de façon ultra précise et permet de délivrer des médicaments en réduisant les effets indésirables. Alors que les procédés d'obtention de ces composés conduisent à des mélanges complexes, les chercheurs ont développé une méthode polyvalente (ENACT) permettant de greffer un nombre précis de molécules par protéine. Cette méthode brevetée est exploitée par la start-up Syndivia pour produire une nouvelle génération de biomédicaments.

*Chemical Science* | janvier 2020  
Laboratoire de conception et application de molécules bioactives



Le procédé ENACT permet de contrôler précisément la quantité de composé cytotoxique greffé par anticorps thérapeutique.

© A. Wagner

## MATIÈRE

### Un nouvel agent de contraste à base de manganèse pour l'IRM

Depuis 35 ans, les complexes de gadolinium se sont imposés comme uniques agents de contraste pour l'IRM (imagerie par résonance magnétique). Plusieurs de ces agents ont déjà été retirés du marché et leur toxicité peut être mortelle chez les patients atteints de maladie rénale. Les chercheurs se sont donc tournés vers le manganèse et ont développé une molécule cage qui permet de former un complexe inerte et biocompatible. De plus, l'isotope radioactif ( $^{52}\text{Mn}$ ) offre une capacité de détection en imagerie nucléaire par tomographie à émission de positrons.

*Angewandte Chemie* | avril 2020

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien



Tomographie du cerveau par émission de positrons (TEP) et résonance magnétique (RMN).

© CNRS Photothèque

## MATIÈRE

### Objets moléculaires magnétiques pour la spintronique

Des chercheurs ont réussi à contrôler le spin — propriété des électrons dans la dimension quantique — d'une molécule magnétique, au moyen de champs électriques pulsés. Ceci ouvre la possibilité d'utiliser ces objets magnétiques moléculaires individuels dont la fabrication est simple et peu coûteuse dans des dispositifs aux propriétés magnétiques. Cette avancée enrichit les perspectives de la spintronique, où le spin est associé à l'électronique, la charge électrique des électrons, pour le traitement quantique de l'information.

*Chemistry - A European Journal* | avril 2020

Institut de chimie de Strasbourg



Une molécule comme l'aiguille d'une boussole, mais qui réagit à la fois aux champs magnétiques et électriques. Illustration de la couverture du *Journal of the American Chemical Society*.

© Athanassios, K. Boudalis

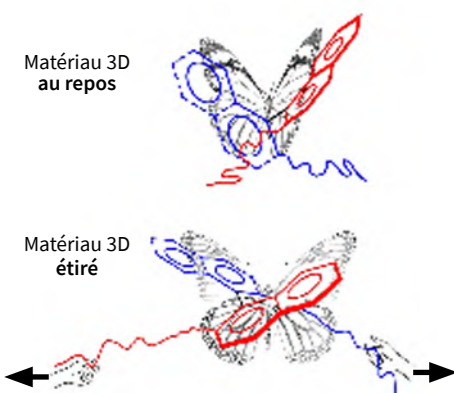
### Matériaux intelligents de demain

La soft-mécanochimie, nouvel axe de recherche bioinspiré, vise à développer des matériaux capables de traduire réversiblement une déformation mécanique en une réponse chimique ou physique. Les chercheurs ont élaboré un réseau de polymères incluant des molécules asymétriques. Selon le taux d'étirement de ce nouveau matériau, la conformation moléculaire peut être modulée et ses propriétés (chiro)optiques aussi. Utilisation possible ? Un interrupteur moléculaire !

*Angewandte Chemie International Edition* | août 2020

Chimie de la matière complexe

Institut Charles Sadron



Changer réversiblement la conformation d'une molécule par l'action d'une force mécanique permet de concevoir de nouveaux matériaux intelligents.

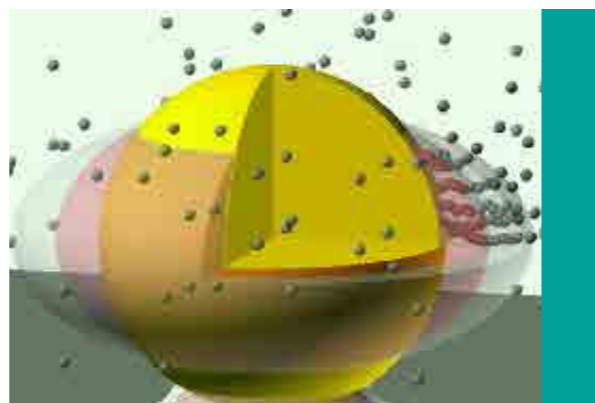
© J. Kelber, L. Jierry

### Nouveau procédé pour élaborer des nanoparticules hybrides

Les nanoparticules hybrides, associant un cœur métallique avec une coquille organique, ont des propriétés très intéressantes pour des applications allant de la biodétection à la photonique (interaction avec la lumière) mais restent difficiles à synthétiser. Les chercheurs proposent une nouvelle méthode reposant sur la résonance plasmonique de surface. Elle est utilisée ici pour déclencher une polymérisation radicalaire par transfert d'atomes (ATRP), conduisant à greffer une fine enveloppe à la surface de la nanostructure métallique. Ensuite, une photopolymérisation dite « vivante » prend le relais. Grâce à une irradiation lumineuse, des espèces chimiques dormantes à la surface du polymère sont réactivées et permettent de faire « pousser » une seconde couche de polymère. Selon sa nature, différentes propriétés seront obtenues.

*Materials Today* | novembre 2020

Institut de sciences des matériaux de Mulhouse



Pour valider leur méthode, les chercheurs ont greffé des monomères fluorés sur une molécule d'or pour la rendre hydrophobe.

© F. Kameche, O. Soppera

### Détecter les gaz chimiques de guerre

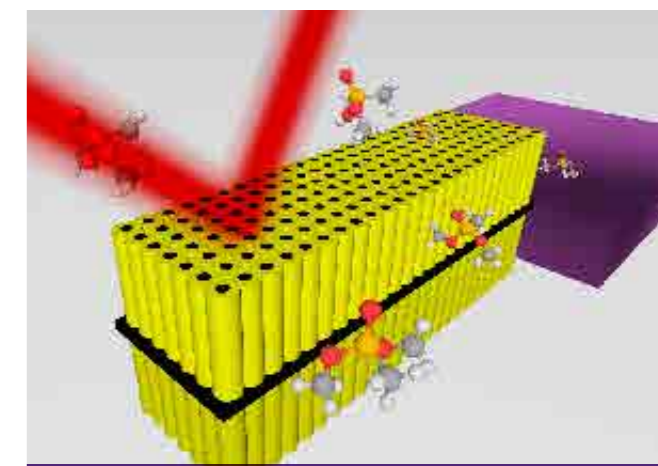
Agents chimiques de guerre, pesticides, explosifs : il faut pouvoir les détecter en concentration très faible dans l'air. Les chercheurs ont donc optimisé la surface de détection d'un microcapteur de silicium de type microlevier, en tapissant ses deux faces de nanotubes de dioxyde de titane, pour détecter des composés neurotoxiques organophosphorés. Ils ont dû élaborer un nouveau procédé de synthèse des nanotubes, pour ne pas endommager le microcapteur et obtenir des niveaux de réflexion lumineuse permettant le bon fonctionnement du dispositif complet.

*Nanoscale* | juin 2020

Institut de chimie et procédés pour l'énergie,

l'environnement et la santé

Nanomatériaux pour systèmes sous sollicitations extrêmes



Microlevier (en noir) équipé de deux faces nanostructurées (les nanotubes d'oxyde de titane en jaune) pour mieux détecter les composés organophosphorés dans l'air ambiant. En rouge, le faisceau laser et en violet, le support du microlevier.

© G. Thomas





Distributeur de gel hydroalcoolique dans lequel le détecteur sera implémenté.  
© Ophardt GmbH

### Infections nosocomiales : détection en temps réel des pathogènes

Alerte dans les hôpitaux, où une personne sur 20 en France contracte une infection nosocomiale. Les chercheurs ont mis au point une nouvelle méthode de détection des bactéries tueuses, combinant imagerie optique et intelligence artificielle. Intégrée en amont de la chaîne d'infection, dès le lavage des mains des personnels, l'analyse – immédiate – porte sur quatre bactéries (*E. coli*, *C. jejikeium*, *S. aureus* et *P. aeruginosa*) dans des solutions hydroalcooliques couramment utilisées.

*Biosensors* | décembre 2020  
Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

### Cartographie moléculaire : à la recherche de trésors cachés

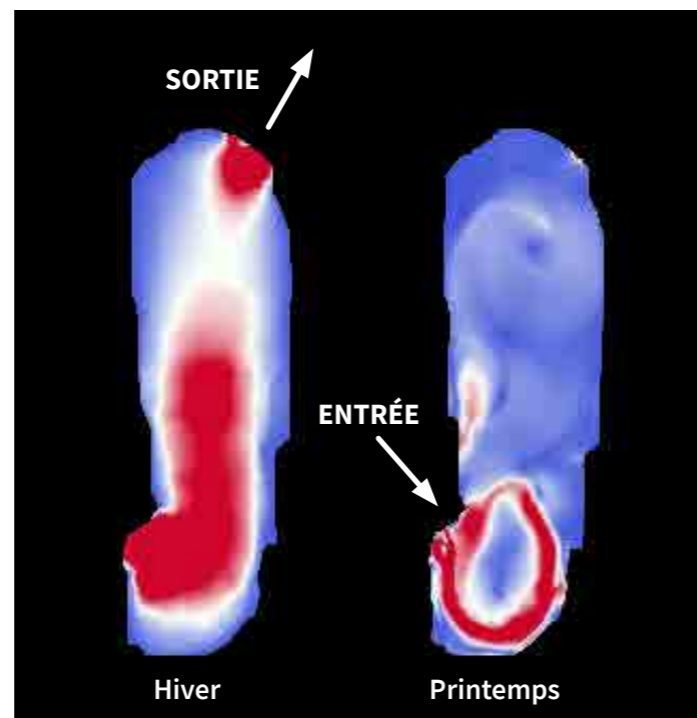
Aujourd'hui, en chimie médicinale, c'est un potentiel de plus d'un milliard de molécules réelles ou virtuelles qui doit être envisagé pour identifier les médicaments de demain. Via l'intelligence artificielle et les outils de cartographie moléculaire ou chémiographie, les chimistes sont parvenus à sélectionner près de 20 000 familles de composés bioactifs qui sont, à l'heure actuelle, absents des catalogues des fournisseurs, et 125 000 classes de composés commercialement disponibles qui n'ont encore jamais été soumis à des tests biologiques, alors que certaines semblent avoir un intérêt thérapeutique.

*Journal of Chemical Information and Modeling* | décembre 2020  
Chimie de la matière complexe

### Micropolluants dans les eaux usées domestiques

Les zones de rejet végétalisées (ZRV) sont des hydro-systèmes relevant de l'ingénierie écologique. Ces ZRV forment une zone tampon entre une station de traitement des eaux usées et le milieu environnant dit récepteur. Elles favorisent par des processus naturels la dissipation des micropolluants ainsi que l'infiltration des eaux usées traitées. Le couplage mécanique de fluide numérique et métabolomique a permis une expertise fine du comportement et du devenir d'un spectre large de micropolluants (toxiques industriels, produits pharmaceutiques, cosmétiques, pesticides).

*Water Research* | novembre 2020  
Institut de biologie moléculaire des plantes  
Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie



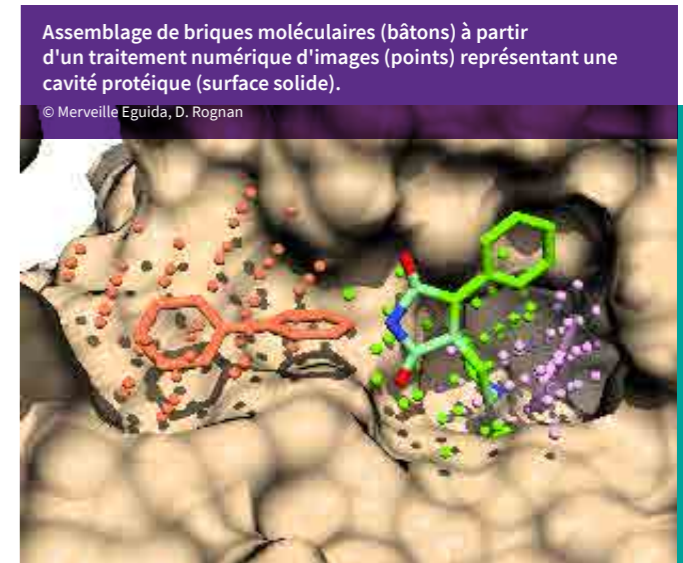
Distribution spatiale et temporelle des écoulements au sein de la zone de rejet végétalisée à l'aval de la station de traitement des eaux usées de la commune de Lutter (Grand Est, France). Entre l'entrée et la sortie, on mesure un spectre élargi de micropolluants et les flux volumiques. Les régions à écoulement rapide (en rouge) ; les régions à écoulement lent (en bleu).

© Maurer et al. 2020

### La vision par ordinateur au secours de la conception de nouveaux candidats médicaments

Inspirés par les développements récents en robotique, des bioinformaticiens ont conçu le logiciel ProCare (*Protein Cavity Registration*), qui permet une représentation originale sous forme de nuages de points de la cavité de liaisons entre protéine et ligand. Sur la base de duos connus, le logiciel a comparé des sites de liaison similaires mais sur des protéines éloignées. La méthode a déjà permis d'identifier des similarités insoupçonnées entre protéines totalement différentes, de repositionner des médicaments existants vers un nouvel usage thérapeutique et de guider la synthèse de nouvelles molécules.

*Journal of Medicinal Chemistry* | juin 2020  
Laboratoire d'innovation thérapeutique

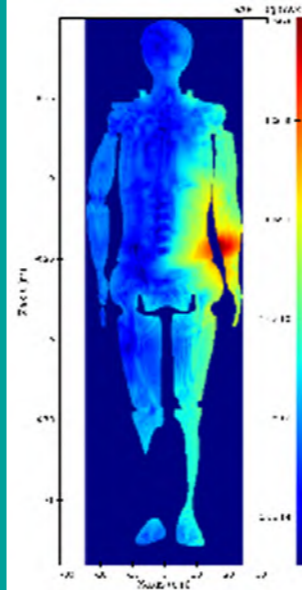


Assemblage de briques moléculaires (bâtons) à partir d'un traitement numérique d'images (points) représentant une cavité protéique (surface solide).  
© Merveille Eguida, D. Rognan

### CLAC aux ondes

CLAC – *Conservation Law Approximation on manyCore* – est l'application en développement avec l'entreprise AxesSim qui simule la propagation des ondes électromagnétiques (comme celles produites par une antenne Bluetooth) et ses interactions avec les tissus humains. Elle intègre un modèle numérique du corps avec douze organes associés à des paramètres tels que les tissus (muscle ou graisse), l'humidité de la peau, la forme des poumons et la position de l'antenne. Les calculs atteignent une précision rare dans un domaine où les mesures expérimentales sont complexes. Les industriels pourraient à terme disposer d'un outil pour améliorer la durée de vie des batteries de leurs produits, tout en respectant les normes en santé.

Institut de recherche mathématique avancée



Représentation du débit d'absorption spécifique (SAR) des ondes électromagnétiques sur un corps dont la peau est sèche, calculé par le logiciel CLAC.

© M. Houillon

### TERRE ET ENVIRONNEMENT

#### Préhistoire : qui mangeait quoi ?

Une nouvelle méthode, basée sur l'analyse du zinc des dents fossiles, permet d'identifier le régime alimentaire – herbivore, omnivore ou carnivore – des mammifères préhistoriques, dont l'Homme. En effet, le zinc dans l'émail, et précisément le rapport des isotopes 66/64, témoigne de l'alimentation ingérée. La méthode, déterminée par un collectif international, permet de remonter au-delà de 100 000 ans, un avantage précieux sur la datation radiocarbone (jusqu'à - 50 000 ans) ou celle de l'azote du collagène de l'os et de la dentine (jusqu'à - 100 000 ans).

*Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS* | février 2020  
Laboratoire image, ville, environnement  
Institut de physique du globe de Strasbourg



Un échantillon de dent de cerf du pléistocène supérieur a servi à valider une nouvelle méthode de datation de restes organiques reposant sur l'analyse des isotopes du zinc.

© N. Bourgon

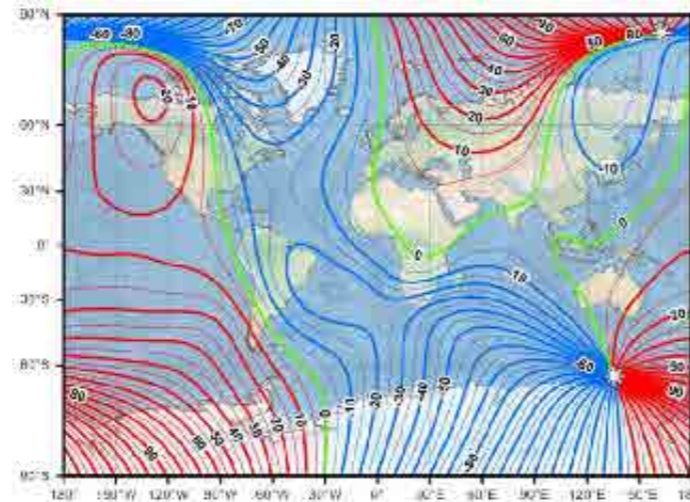


## TERRE ET ENVIRONNEMENT

### Pôle Nord, pôle Sud : où sont-ils précisément ?

Les pôles magnétiques de la Terre ne sont pas des points fixes. Leur emplacement change lentement mais notablement. C'est pourquoi la communauté scientifique internationale révisé tous les cinq ans le champ de référence géomagnétique international (IGRF), un modèle mathématique basé sur les observations du champ géomagnétique effectuées au sol et par satellite. Récemment, la 13<sup>e</sup> version a été publiée et est utilisée à des fins scientifiques et pour des applications, comme la navigation.

*Earth, Planets and Space* | octobre 2020  
Institut de physique du globe de Strasbourg



L'association internationale de géomagnétisme et de géophysique, à laquelle contribuent les géophysiciens alsaciens, a mis à jour le modèle du champ de référence géomagnétique international (IGRF).

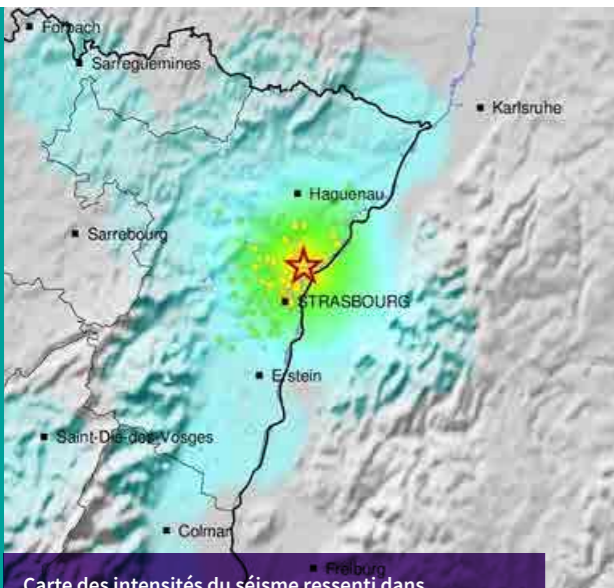
© Earth Planets Space

### Séismes à Strasbourg

Depuis décembre 2019, entre Strasbourg et Vendenheim, plusieurs épisodes sismiques ont été enregistrés. Le lien avec l'activité géothermique existante dans cette zone est établi. La géothermie profonde consiste à recueillir la chaleur naturelle du sous-sol à partir du pompage d'un fluide naturel chaud (200°C) en utilisant des forages profonds (5 km de profondeur dans le cas de Strasbourg). Plus précisément, les séismes se sont produits soit à distance des puits (La Robertsau, hiver 2019) soit à proximité (La Wantzenau, automne 2020) dont une secousse de magnitude 3,9 le 26 juin 2021, plusieurs mois après l'arrêt de l'injection dans les puits. L'enjeu, à présent, est de déterminer ce qui a conduit à ces mouvements sismiques. Les géophysiciens strasbourgeois sont présents dans la mission d'information et d'évaluation et le comité d'experts mis en place par les autorités, notamment pour leur implication au sein du Labex G-eau-thermie Profonde sur la sismicité induite.

*Mission d'information et d'évaluation de l'Eurométropole de Strasbourg*

*Comité d'experts de la préfecture du Bas-Rhin  
École et observatoire des sciences de la Terre  
Institut de physique du globe de Strasbourg*



Carte des intensités du séisme ressenti dans l'agglomération strasbourgeoise le 4 décembre 2020 à 06h59, à partir de 1 074 témoignages internet reçus via le site [franceseisme.fr](http://franceseisme.fr). En gris, aucune perception ; en bleu, perception très faible ; en vert, faible ; en jaune, modérée ; en orange, forte.

© Earth Planets Space, Bureau central sismologique français, Réseau national de surveillance sismique, BCSF RENASS

### Observatoire Hommes-Milieus Fessenheim : 1<sup>er</sup> appel à projets de recherche

*Impacts environnementaux (suivi, caractérisation, modélisation), économiques (dynamique du marché du travail) et sociologiques (perception du risque par la population, transformation d'un territoire transfrontalier) sont les thématiques de recherche sélectionnées. Avec l'arrêt de la centrale nucléaire en 2020, l'OHM Fessenheim, outil d'étude pluri-disciplinaire du CNRS créé deux ans plus tôt en collaboration avec l'Université de Strasbourg, prend tout son sens pour accompagner cette nouvelle ère.*

## UNIVERS

### Avec ou sans matière noire ?

Des astrophysiciens ont simulé la formation de galaxies dans un Univers sans matière noire, dont l'existence n'est toujours pas prouvée, mais qui fait partie de notre modèle standard de la cosmologie. Résultat : les galaxies qui en résultent sont assez similaires à celles que nous observons aujourd'hui. La modification de la gravitation permet aux étoiles de tourner plus vite autour du centre, comme s'il y avait une masse plus importante mais invisible (matière noire) alors que ce n'est pas le cas.

*Astrophysical Journal* | février 2020  
Observatoire astronomique de Strasbourg

La simulation repose sur la Théorie de la dynamique newtonienne modifiée — Modified Newtonian Dynamics ou MOND —, selon laquelle l'attraction entre deux masses n'obéit aux lois de Newton que jusqu'à une certaine accélération.

© AG Kroupa, Uni Bonn

### Fusion du carbone dans les étoiles

Les physiciens reproduisent en laboratoire, par des collisions entre un faisceau de particules et une cible, les conditions énergétiques qui prévalaient lors de la formation des étoiles. Ils ont pu mesurer que la probabilité de fusion du carbone, élément clé de réactions en cascade qui déterminent le devenir d'un astre, est inférieure aux prédictions des modèles utilisés par les astrophysiciens. Cette nouvelle mesure permet d'améliorer leurs modèles d'évolution des étoiles et de mieux comprendre la combustion du carbone dans notre Univers. L'observation a été possible grâce à STELLA – Stellar Laboratory – conçu par l'IPHC et installé sur l'accélérateur de particules Andromède à Orsay.

*Physical Review Letters* | mai 2020  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien

STELLA détecte, d'une part les particules (proton ou alpha) émises lors de la fusion de deux noyaux et, d'autre part, le rayonnement gamma émis lors du réarrangement des nucléons dans le nouveau noyau.

© M. Heine | IPHC



### CHAMPS MAGNÉTIQUES GALACTIQUES



Mise en évidence des gigantesques champs magnétiques de la galaxie NGC 4217 obtenus en accumulant des données de multiples longueurs d'ondes, notamment en radio. Les champs magnétiques jouent un rôle fondamental dans la formation des étoiles mais on ignore comment ils se forment à une telle échelle. L'une des explications avancées, la "théorie de la dynamo", suggère qu'ils sont créés par le mouvement d'un fluide électriquement conducteur (du plasma) à l'intérieur du disque de la galaxie, formant cette fascinante structure dipolaire.

*Astronomy and Astrophysics* | juillet 2020  
Observatoire astronomique de Strasbourg

© Y. Stein, Centre de données astronomiques de Strasbourg, Observatoire astronomique de Strasbourg

### Interactions fondamentales

*Des physiciens ont réussi à mesurer l'interaction forte impliquant l'hypéron Omega ( $\Omega$ ), le hadron contenant le plus de quarks « étranges », grâce à l'expérience ALICE, A Large Ion Collider Experiment, menée au sein du LHC, Large Hadron Collider, équipement du CERN en Suisse. Bien que l'hypéron  $\Omega$  soit instable, sa production au LHC a permis d'observer précisément et pour la première fois, son interaction avec un proton formé simultanément lors de collisions de haute énergie.*

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien



### Globe céleste de Coronelli

Réalisé en 1697 à partir des cartes de Vincenzo Coronelli, le globe céleste restauré trône sous la coupole de l'Observatoire astronomique de Strasbourg. Il représente les constellations à l'époque de Louis XIV. Objet patrimonial, objet esthétique, c'est aussi un outil de médiation fabuleux car un dispositif de projection permet de superposer le ciel des grands relevés d'aujourd'hui, ceux fournis par *Aladin*, atlas interactif conçu et mis à jour par le Centre de données astronomiques de Strasbourg, infrastructure de recherche hébergée par l'Observatoire.

Septembre 2020  
Observatoire astronomique de Strasbourg



© P.A. Duc

### Au cœur du réseau : querelles de voisinage chez les écureuils

Au sein de leur communauté, les écureuils terrestres des montagnes rocheuses du Canada doivent composer avec leurs congénères. Et si cet environnement social influençait leurs chances de se reproduire et leur espérance de vie ? Sur le terrain, les chercheurs évaluent avec moult astuces si l'environnement social peut être source de stress chez les animaux. Ils observent, campagne après campagne, des générations d'écureuils. Un voyage au cœur de leur réseau social, qui nous fait réfléchir sur les parallèles avec nos propres sociétés humaines.

27 min, France, 2020. Wild Talks, IPHC, CNRS, Université de Strasbourg, USIAS  
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien



© Aurélien Prudor, réalisateur

### Intelligence artificielle et finance : quel cadre juridique ?

La finance fait, elle aussi, appel à l'intelligence artificielle et aux Big Data pour proposer de nouveaux services, gérer les risques, augmenter les profits, etc. Des questions se posent : les données restent-elles protégées ? Qui programme les algorithmes ? Le cadre juridique est-il adapté ? Le dialogue entre professionnels, Autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR), chargée en France de superviser les secteurs bancaires et d'assurance, et chercheurs a conduit à des préconisations rassemblées dans un rapport soumis à consultation.

Droit, religion, entreprise et société  
Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie

### Strasbourg, route des Romains

Les fouilles préventives réalisées route des Romains ont permis de révéler une partie d'une allée des tombeaux du 1<sup>er</sup> siècle apr. J.-C. ! Elle était constituée de dizaines de monuments funéraires et de mausolées, notamment ceux de soldats et de vétérans de la 11<sup>e</sup> légion qui est à l'origine de la création du premier camp militaire de Strasbourg-Argentoratum. L'espace de médiation desservi par la station de tramway *Parc des Romains* est dédié à l'histoire de ces premiers moments de la ville.

Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée-Europe | Archéologie Alsace | Compagnie des transports strasbourgeois | Eurométropole de Strasbourg



Évocation de la voie antique et des monuments funéraires sur sa bordure nord.

© Projet nécropole de Koenigshoffen, S. Blin (AOROC, CNRS), C. Garvia-Mendivil (architecte)

### Année des mathématiques

L'IRMA a proposé aux professeurs de lycées une série de formations : mathématiques pour la physique, optimisation, musique et géométrie. Elles ont été l'occasion d'évoquer les métiers d'aujourd'hui basés sur les mathématiques (intelligence artificielle, sécurité informatique, environnement et développement durable, traitement de l'image).

Institut de recherche mathématique avancée

Horizon 2020, programme-cadre pour la recherche et le développement technologique de l'Union européenne

### Innovative training networks (ITN)

**C-H AIR** Le consortium de 16 groupes de chimistes a pour enjeu de mettre au point de nouvelles méthodes d'activation C-H, sûres et efficaces, tout en rapprochant les connaissances académiques de la production industrielle, qu'il s'agisse de médicaments, de composés agrochimiques ou de nouveaux matériaux. Coordination CNRS.

Laboratoire d'innovation moléculaire et applications

**HaPPy** Éclairer les bases neurobiologiques et moléculaires de la comorbidité entre douleur chronique et troubles de l'humeur, pour développer de meilleurs outils diagnostiques et thérapeutiques. Coordination CNRS.

Institut des neurosciences cellulaires et intégratives

**Moqs** Le réseau cible la simulation et l'informatique quantiques à travers les technologies de pointe des qubits supraconducteurs et des atomes froids de Rydberg, pour être utilisées à court ou moyen terme par les industries chimique et pharmaceutique. Coordination Université de Strasbourg.

Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires

**PHOTO-EMULSION** Pour produire des polymères de manière éco-responsable et efficace, les partenaires combinent les deux principaux procédés sans composés organiques volatils (COV) que sont la polymérisation en milieu dispersé et la photopolymérisation. Coordination CNRS.

Institut de science des matériaux de Mulhouse

**TACT** Pour développer de nouveaux traitements anti-cancer, le consortium englobe 11 équipes de recherche, combinant des approches en chimie de synthèse, spectrométrie de masse, nanomédecine et biochimie. Coordination Université de Strasbourg.

Laboratoire de conception et application de molécules bioactives

Les International research projects (IRP) sont des projets scientifiques engageant le CNRS et ses partenaires internationaux pour cinq ans. Trois ont été lancés en 2020.

**B3Lab** Biointerfaces, biomatériaux et biocéramiques sont au cœur de ce projet interdisciplinaire (chimie, physique des matériaux et biologie) entre Brésil et France. Mieux comprendre les interactions entre les cellules du vivant et les différents matériaux, ou substrats, permettra des applications en médecine régénérative, comme l'ingénierie tissulaire, ou en oncologie.

Institut de science des matériaux de Mulhouse

**Next Gen Assembly** Ce projet franco-indien porte sur le domaine novateur de l'auto-assemblage moléculaire et macromoléculaire et vise l'élaboration de nouveaux matériaux fonctionnels, tels que des nanofibres, des nanoparticules, des surfaces ou des interfaces.

Institut Charles Sadron  
Institut de science des matériaux de Mulhouse

**SUPRHEME** SUPRmolecular HEME protein models, collaboration franco-japonaise, est orientée vers la conception et la réalisation de porphyrines synthétiques hydrosolubles d'hémoprotéines, dérivés de porphyrines et de cycloextrines, traitant de la liaison, du transport et de l'activation de l'oxygène.

Institut de chimie de Strasbourg

### Conseil européen de la recherche (ERC)

#### Consolidator Grant

Damien Daval | MOBIDIC

Quantifier la contribution des microorganismes à l'altération des silicates en subsurface.

Laboratoire d'hydrologie et de géochimie de Strasbourg

Joseph Moran | MetabolismOrigins

Comprendre comment la biochimie de la vie a émergé il y a plus de 3,5 milliards d'années, expliquant son fonctionnement actuel, enraciné dans les principes fondamentaux de la catalyse et de la chimie organique.

Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires

#### Starting Grant

Alessandro Aliprandi | BioPoweredCL

Développer, pour l'imagerie cellulaire et tissulaire, des marqueurs chimiluminescents biologiquement alimentés, dont la lumière est produite en récupérant l'énergie de la respiration cellulaire.

Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires

Alexandre Detappe | Theranoimmuno

Nouvelle approche en médecine personnalisée, basée sur la nanomédecine et l'ingénierie cellulaire, pour créer des cellules immunitaires CAR T et CAR NK sans passer par l'étape de virologie actuellement nécessaire.

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien

Michalina Gora | NeurO-GI

Comprendre la connexion entre cerveau et intestin, en développant un endomicroscope, nouvel outil d'exploration in vivo combinant optogénétique et tomographie par cohérence optique (OCT).

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

Joanna Wencel-Delord | AICHIMIE

Développer de nouvelles voies d'accès éco-responsables à des molécules chimiques chirales, molécules essentielles pour la chimie pharmaceutique et l'agrochimie.

Laboratoire d'innovation moléculaire et applications



# L'INNOVATION EN 2020

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

## PRÉMATURATION

*Le dispositif de prématuration du CNRS permet de détecter et de soutenir des projets de recherche porteurs d'innovations d'avenir. Lien entre recherche et valorisation, la prématuration est la première étape du processus de transfert d'une technologie sur un marché. Trois projets ont été retenus en 2020.*

### SFS : faire de chaque gouttelette un réacteur de synthèse



Nouveau procédé de synthèse en continu, la Synthèse par brumisation Flash de Spray (SFS), qui a fait l'objet du dépôt d'un brevet international, est un procédé où les gouttes dans lesquelles sont dissouts les précurseurs A et B fusionnent pour réagir et s'y transformer en un nouveau produit C. Ce procédé s'applique à toutes les synthèses pour tous types de composés : organiques, inorganiques et hybrides (organo-métalliques). Il s'agit d'en valider le concept technico-économique sur diverses familles de produits.

Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes

Buses injectant sous vide les différents précurseurs réactionnels dissouts dans leurs solvants respectifs lors de la Synthèse par Flash de Spray (SFS).

© NS3E

### AntidotInnov : antidote contre les OP

Les composés OrganoPhosphorés (OP) utilisés comme pesticides et armes chimiques sont des composés hautement neurotoxiques. Ils inhibent irréversiblement l'acétylcholinestérase (AChE), et perturbent la transmission de l'influx nerveux dans le cerveau, ce qui peut conduire à la mort. Le projet vise à mettre au point des antidotes centraux à large spectre, à partir de molécules innovantes brevetées qui régénèrent spécifiquement l'activité enzymatique de l'AChE.

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

### Paludisme : identifier des molécules efficaces

Le Projet ROS-pal a pour but d'éliminer les parasites de type *Plasmodium* chez l'humain, en particulier les souches résistantes à l'artémisinine, et de bloquer leur transmission aux moustiques par de nouveaux agents rédox, comme la plasmodione. L'optimisation de celle-ci a été possible en concevant de nouvelles voies de synthèse d'analogues avec des propriétés pharmacocinétiques améliorées et en identifiant plusieurs partenaires qui agissent en synergie avec elle.

Laboratoire d'innovation moléculaire et applications



Valorisation de l'entrepreneuriat étudiant : le projet Smartium porté par Julien Masseron, ingénieur en physique des rayonnements à l'IPHC, récompensé par le prix Pépite du ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation. L'objectif : développer des solutions logicielles embarquées pour optimiser la mesure des rayonnements ionisants.

© CNRS N. Busser

### Impression 3D

**PIMPS-3D** vise la conception de matériaux photo-polymérisés et auto-assemblés en impression 3D, pour remplacer les actuels procédés thermo-activés, tout en offrant de nouvelles possibilités de recyclabilité des matériaux. Le projet mené en collaboration avec la société Arkema mise sur la progression des connaissances fondamentales et le développement de la production industrielle.

Institut de science des matériaux de Mulhouse

## VIE DES START-UP

### Myopathie : vers une stratégie thérapeutique

*Dynacure est spécialisée dans la lutte contre les maladies génétiques neuromusculaires, et notamment les myopathies centronucléaires, rares et sévères, qui affectent les enfants et les jeunes adultes. Un essai clinique a été être lancé pour tester le médicament DYN101, un oligonucléotide antisens. Il agit pour réduire l'expression de la dynamine 2, une protéine codée par le gène DNM2 et responsable du développement de la maladie.* Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### Nano oncologie : production lancée !

*Un an après sa création, la start-up Superbranche démarre la production de ses nanoparticules dendritiques, destinée au diagnostic précoce ou au traitement ciblé de cancers. Les particularités de cette molécule ? Une forme architecturée qui permet une injection par voie intraveineuse ; un cœur magnétique capable de rehausser le signal d'une image IRM ; une petite taille (10 à 30 nm) échappant au système immunitaire ; une vectorisation possible en greffant à sa périphérie des molécules d'intérêt biologique ciblant les cellules malades.*

Institut de physique et de chimie des matériaux de Strasbourg



# LES RESSOURCES EN 2020

Dans le contexte de l'épidémie de COVID-19, les fonctions support du CNRS ont fortement été mobilisées pour gérer au jour le jour les conséquences humaines et techniques de la crise sanitaire. Elles sont ainsi devenues plus visibles, comme en témoigne l'action du réseau des assistants de prévention. Dans le même temps, la délégation a continué d'aller de l'avant, en créant le réseau Égalité, pour l'égalité professionnelle entre femmes et hommes.

## Réseau des assistants de prévention

Entretien avec **Andrea Cattani**, responsable du service Prévention et sécurité de la délégation Alsace du CNRS.

*Quelles ont été les premières actions face à la pandémie de COVID-19 ?*

Dès février 2020, la délégation et les unités de recherche du CNRS en Alsace se sont engagées dans la course contre la pandémie de COVID-19, notamment grâce à son réseau d'assistants de prévention (AP). La forte mobilisation s'est réalisée dans un contexte de progression fulgurante de l'épidémie, qui a très tôt atteint l'Alsace et a permis, dès les premiers jours du confinement de mars 2020 et de façon très spontanée, de répertorier et de donner aux hôpitaux et à l'Agence régionale de santé (ARS) tout le matériel utile disponible (blouses, surchaussures, masques, gants, liquide hydroalcoolique et produits chimiques). Nous avons même pu fournir de la solution hydroalcoolique, à destination des soignants de ville et des aides à domicile dans le cadre d'un partenariat national du CNRS avec la Fédération nationale des dispositifs de ressources et d'appui à la coordination des parcours en santé (FACS).

*Quelle est la mission des assistants de prévention, en temps ordinaire ?*

Les assistants de prévention assistent et conseillent leur directeur d'unité dans la mise en œuvre des mesures de sécurité et prévention, ainsi que dans le domaine de la santé au travail. Ils sensibilisent les agents au respect des consignes et règles de sécurité. Ils travaillent donc en liaison étroite avec le service de prévention et de sécurité et les médecins du travail de la délégation du CNRS, ainsi qu'avec les partenaires : universités de Strasbourg, de Haute-Alsace et Inserm. Ils sont à ce titre force de proposition. Ils sont par exemple pilotes de la mise à jour du DUER, document unique d'évaluation des risques, et sont à même d'informer les nouveaux arrivants des risques présents dans leur structure, ainsi que des bonnes pratiques pour les prévenir, et participent à leur formation. Enfin, en cas d'accident ou d'incident, ils veillent à la mise en place des premiers secours et d'une équipe de première intervention spécialisée en cas de risques spécifiques. En jouant un rôle direct pour « informer, former, sensibiliser, diffuser, afficher », les assistants de prévention sont essentiels dans la gestion de la sécurité dans les unités.

## Dons des unités et de la délégation du CNRS en Alsace en mars 2020

- 38 158 masques chirurgicaux
- 6 527 masques FFP2
- 52 masques FFP3
- 5 267 blouses, charlottes, surchaussures
- 245 000 gants
- 785 litres de gel hydroalcoolique
- 3 000 litres de solution hydroalcoolique

## Réseau Égalité

Soutien au plan d'action du CNRS pour l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes, le réseau des référents Égalité a pour objectif de mettre en œuvre un plan d'action régional en partenariat avec les tutelles des unités. Créé sous l'impulsion du délégué régional en 2020, il est constitué de 31 personnes des laboratoires et animé par les correspondantes Égalité Doris Pflumio, responsable du service Ressources humaines de la délégation Alsace du CNRS, et Cathy Blanc-Reibel, du laboratoire Dynamiques européennes. Ce réseau a pour rôle de sensibiliser, en soulignant la corrélation entre sexisme, violences et inégalités, de communiquer et d'échanger les bonnes pratiques. Enfin, il conseille pour une communication sans stéréotype et promeut une égale visibilité entre femmes et hommes.

## Être femme dans le monde de la recherche : 80 points de vue

*Ce projet, initié en 2019 dans le cadre des 80 ans du CNRS, questionne la place des femmes en science. Les vidéos réalisées à cette occasion constituent une archive, source de comparaisons possibles à l'occasion des 90 ans, puis des 100 ans du CNRS.*



La boîte à questions.

© A. Tschudy



**INSB**

**Architecture et réactivité de l'ARN**  
CNRS

**Biotechnologie et signalisation cellulaire**  
CNRS | Unistra

**Centre d'investigations neurocognitives et neurophysiologiques**  
CNRS | Unistra

**Centre de neurochimie**  
CNRS

**Chronobiotron**  
CNRS | Unistra

**Génétique moléculaire, génomique et microbiologie**  
CNRS | Unistra

**Immunologie, immunopathologie et chimie thérapeutique**  
CNRS

**Institut de biologie moléculaire et cellulaire**  
CNRS

**Institut de biologie moléculaire des plantes**  
CNRS

**Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire**  
CNRS | Inserm | Unistra

**Institut des neurosciences cellulaires et intégratives**  
CNRS

**Laboratoire de bioimagerie et pathologies**  
CNRS | Unistra

**Laboratoire de neurosciences cognitives et adaptatives**  
CNRS | Unistra

**Modèles insectes de l'immunité innée**  
CNRS

**Plateforme de chimie biologique intégrative de Strasbourg**  
CNRS | Unistra

**INC**

**Chimie de la matière complexe**  
CNRS | Unistra

**Fédération de chimie Le Bel**  
CNRS | Unistra

**Institut Carnot MICA**

**Institut Charles Sadron**  
CNRS

**Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé**  
CNRS | Unistra

**Institut de chimie de Strasbourg**  
CNRS | Unistra

**Institut de science des matériaux de Mulhouse**  
CNRS | UHA

**Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires**  
CNRS | Unistra

**Laboratoire de conception et application de molécules bioactives**  
CNRS | Unistra

**Laboratoire d'innovation moléculaire et applications**  
CNRS | UHA | Unistra

**Laboratoire d'innovation thérapeutique**  
CNRS | Unistra

**Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes**  
CNRS | Unistra | ISL

**INSHS**

**Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée-Europe**  
CNRS | ministère de la Culture | UHA | Unistra

**Bureau d'économie théorique et appliquée**  
CNRS | INRAE | Unistra | Université de Lorraine

**Droit, religion, entreprise et société**  
CNRS | Unistra

**Dynamiques européennes**  
CNRS | Unistra

**Maison interuniversitaire des sciences de l'Homme-Alsace**  
CNRS | UHA | Unistra

**Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe**  
CNRS | Unistra

**INSU**

**École et observatoire des sciences de la Terre**  
CNRS | Unistra

**Institut Terre et Environnement de Strasbourg \***  
CNRS | Unistra

**Observatoire astronomique de Strasbourg**  
CNRS | Unistra

**INSIS-INS2I**

**Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie**  
CNRS | Unistra

**IN2P3**

**Institut pluridisciplinaire Hubert Curien**  
CNRS | Unistra

**INP**

**Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg**  
CNRS | Unistra

**INSMI**

**Institut de recherche mathématique avancée**  
CNRS | Unistra

**INEE**

**Laboratoire image, ville, environnement**  
CNRS | Unistra

**Moyens communs**

**Délégation régionale CNRS Alsace**  
CNRS

\* Ce laboratoire est issu de la fusion du Laboratoire d'hydrologie et de géochimie de Strasbourg et de l'Institut du globe de Strasbourg.

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

**2020**

**UNE ANNÉE AVEC LE CNRS en Alsace**

est un complément régional au rapport d'activité 2020, *une année avec le CNRS*

Nombre de faits marquants publiés dans cette brochure, résultats ou équipements scientifiques, n'auraient pu voir le jour sans le soutien de l'Union européenne, de la Région Grand Est, des Conseils départementaux du Bas-Rhin et du Haut-Rhin (Communauté européenne d'Alsace depuis janvier 2021), de l'Eurométropole de Strasbourg et de Mulhouse Alsace Agglomération, ainsi que de nombreux partenaires académiques, industriels et associatifs. Qu'ils soient tous ici remerciés pour leur soutien à l'excellence de la recherche des unités du CNRS en Alsace.

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

www.alsace.cnrs.fr  
🐦 CNRS\_Alsace

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

Antoine Petit  
Patrice Soullie  
Céline Delalex-Bindner  
Dominique Badariotti  
Rémi Barillon  
Pierre-Alain Duc  
Vincente Fortier  
Jean-Luc Galzi  
Christian Gauthier  
Frédéric Leroux  
Frédéric Masson  
Sylviane Muller  
Jean-Serge Rémy  
Vincent Roucoules  
Patrick Schultz  
Magali Sarazin  
Olivier Fély  
CNRS  
Anne Bresson  
Sophie Le Ray  
Pascaline Toutois

Coordination, rédaction  
Réalisation, mise en pages  
Conception graphique  
Ont collaboré

Photo de couverture © CNRS N. Busser

Dépôt légal : septembre 2021 - ISSN : 2270-4876

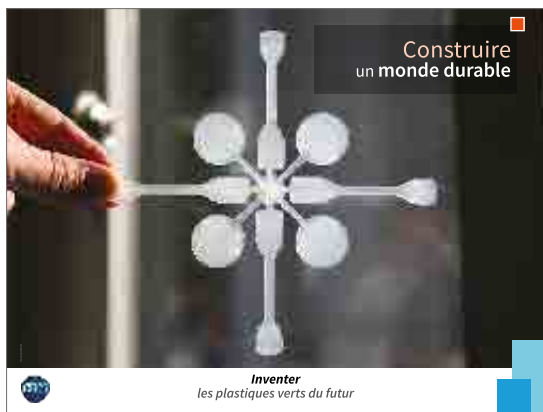




## LE CAMPUS CNRS DE CRONENBOURG FÊTE SES 60 ANS !

Pour célébrer cet anniversaire, l'exposition « *Regards sur le campus* » présente les actions et missions développées, de nos jours, par les scientifiques. Autour de 39 thématiques, les visuels habillent les grilles du campus (exemple en couverture et ci-dessous). De nombreux rendez-vous étaient également proposés au public : projections-débats, œuvre art et science, exposition, ainsi que des visites *architecture et patrimoine*, un parcours conçu et réalisé spécialement pour cette occasion.

Le campus a été créé en 1960 pour accueillir le Centre de recherches nucléaires... au milieu des champs ! Au fil des décennies, les recherches se diversifient (physique, chimie, biologie, environnement, matériaux, sciences de l'ingénieur et informatique) et les équipements évoluent. Le campus abrite aujourd'hui la délégation Alsace du CNRS, huit laboratoires et l'école d'ingénieur en chimie, polymères et matériaux de Strasbourg.



## CNRS - DÉLÉGATION ALSACE

23 rue du Loëss - 67037 Strasbourg

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