



2015, une année  
avec le CNRS  
en Alsace



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

## CNRS délégation Alsace

23 rue du Loess  
67037 Strasbourg cedex 2

T 03 88 10 63 01

F 03 88 10 60 95

[www.alsace.cnrs.fr](http://www.alsace.cnrs.fr)

## 2015, une année avec le CNRS en Alsace

est un complément régional au rapport d'activité  
*2015, une année avec le CNRS*

Directeur de la publication	Alain <b>Fuchs</b>
Directeur de la rédaction	Patrice <b>Soullie</b>
Rédacteur en chef	Céline <b>Delalex-Bindner</b>
Comité scientifique	Dominique <b>Badariotti</b> Christine <b>Brunel</b> Françoise <b>Colobert</b> Vincente <b>Fortier</b> Jean-Luc <b>Galzi</b> Christian <b>Gauthier</b> Sylviane <b>Muller</b> Jean-Serge <b>Remy</b> Christelle <b>Roy</b> Bertrand <b>Séraphin</b> Cathie <b>Vix-Guterl</b> Hervé <b>Wozniak</b>
Coordination, rédaction, iconographie	Ronan <b>Rousseau</b>
Réalisation, mise en pages	Olivier <b>Fély</b>
Conception graphique	Sarah <b>Landel</b>

Ont collaboré : Anne Bresson, Denis Duplat.

Nombre des faits marquants publiés dans cette brochure, résultats ou équipements scientifiques, n'auraient pu voir le jour sans le soutien, notamment, de l'Union européenne, du Conseil régional Grand Est, des Conseils départementaux du Bas-Rhin et du Haut-Rhin, de l'Eurométropole de Strasbourg et de Mulhouse Alsace Agglomération, ainsi que de nombreux partenaires associatifs.

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

Télécharger la brochure : [www.alsace.cnrs.fr/points\\_forts.aspx](http://www.alsace.cnrs.fr/points_forts.aspx)

Dépôt légal : septembre 2016

ISSN : 2270-4876

Imprimé par Ott imprimeurs sur du papier PEFC issu de forêts gérées durablement.

Photo de couverture : collecte de sève brute d'*Arabidopsis thaliana* ayant conduit, après purification et analyse, à l'identification du précurseur GA<sub>12</sub> (voir article page 10).

# ÉDITO



Patrice Soullie,  
délégué régional du CNRS en Alsace

L'exercice du bilan annuel a ceci de passionnant qu'il met en lumière la richesse des recherches menées dans les laboratoires alsaciens du CNRS. Cet opus « 2015, une année avec le CNRS » remplit une nouvelle fois pleinement cet objectif. Les faits marquants présentés témoignent de la grande vitalité des équipes de recherche que nous partageons avec nos partenaires. Le large panel de disciplines est mis en valeur, et vous découvrirez la richesse des travaux menés, des collaborations nouées, des excellences récompensées et des rencontres partagées avec les publics.

En tant qu'organisme public de recherche, les résultats issus de nos laboratoires appartiennent à tous les citoyens et se doivent d'être partagés. Cette brochure se veut donc accessible à tous avec une maquette qui évolue légèrement, nous donnant l'opportunité d'approfondir certains thèmes. Bien sûr ce n'est qu'une sélection : que le comité scientifique qui assure cette mission délicate soit remercié pour ce travail au bénéfice du collectif. Au fil des pages, en lisant l'un ou l'autre sujet, j'espère que vous serez convaincu par cette démarche et que votre curiosité pourra être satisfaite.

Tous ces résultats sont possibles grâce aux relations étroites et constantes entretenues avec les collectivités et nos partenaires de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Cette volonté commune de construire une stratégie scientifique pour le site alsacien a été réaffirmée à l'automne 2015 par la signature de la convention quinquennale de site. Couplée à la réussite de l'IDEX ce printemps, ce sont deux signes forts pour affirmer la construction d'une recherche tournée vers l'excellence internationale.

## LEMOTD'ALAINFUCHS

Président du CNRS

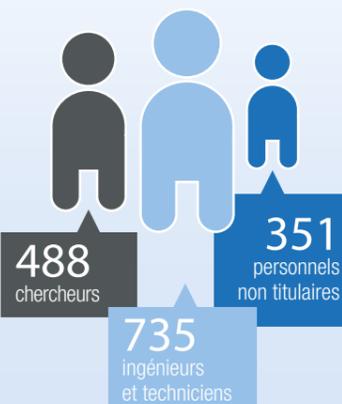
« *Le CNRS demeure un partenaire national et international déterminant qui apporte une réelle plus-value dans les sites. Il endosse un rôle de stratège qui passe, au plan local, par une relation authentiquement partenariale avec les différentes composantes de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.* »

# CHIFFRES CLÉS

pour la circonscription Alsace  
au 31/12/2015

## 1 574

personnels



Source : Sirhus  
Traitement CNRS/DRH/OMES

## 162

millions d'euros de budget



Source : CNRS Alsace/SFC

dont 45 millions d'euros financés sur ressources propres



## 2 028

publications par an en moyenne

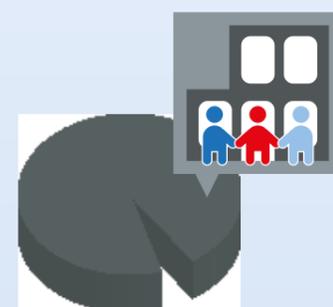
sur la période 2013-2014 dont près de 60,8% sont cosignées avec au moins

un laboratoire étranger

Source : Science Citation Index (Thomson Reuters)  
Traitement CNRS/SAP2S et Inist

## 39

unités de recherche et de service



## 85%

sont en partenariat avec l'Université de Strasbourg, l'Université de Haute-Alsace, l'Inserm, l'Institut franco-allemand de Saint-Louis, l'Institut national des sciences appliquées de Strasbourg

Source : Labintel  
Traitement CNRS/SAP2S



## 4

pôles de compétitivité

présents dans la région

## 9

écoles doctorales

sur 10



## 187

brevets

en portefeuille, dont

## 19

prioritaires

déposés en 2015

## 62

licences

au 31/12/2015

## 1

start-up

créée en 2015

Source : INPI, CNRS/DIRE, CNRS Alsace/SPV

# SOMMAIRE

4 Temps forts scientifiques et institutionnels



6 Vivant



11 Sociétés et numérique



12 Matière



15 Terre et Univers

16 Rayonnement sans frontières

18 Acteur du développement économique

20 Liste des laboratoires

Rattachés aux unités CNRS

## 31

projets en pré-maturation

à hauteur de 976 K€

## 14

projets en maturation

à hauteur de 4,3 M€

Source : SATT Conectus, données 2015  
(Voir article page 18)



## Médaille de l'innovation

### SYLVIANE MULLER

Entrée au CNRS en 1981, Sylviane Muller n'avait pas prévu de devenir chercheuse ou de se lancer sur les terres de l'innovation. Son BTS en poche, c'est le métier de technicienne de laboratoire qui la fait rêver. Mais un conseil avisé la pousse à reprendre ses études qu'elle poursuit jusqu'à obtenir ses deux doctorats. Depuis 2001, elle dirige l'unité Immunopathologie et chimie thérapeutique du CNRS à Strasbourg. C'est dans ce laboratoire qu'avec son équipe elle découvre et met au point le Lupuzor™, un candidat médicament contre le lupus (voir article page 8). Lauréate de la médaille d'argent du CNRS en 2009, Sylviane Muller est également à l'origine de près de 30 brevets et cofondatrice de deux entreprises dont ImmuPharma, détentrice exclusive de la licence du Lupuzor™.

Immunopathologie et chimie thérapeutique

MÉDAILLE DE BRONZE

### Evi Soutoglou



Chaque jour, notre ADN subit des milliers de lésions. Les plus délétères d'entre elles sont les cassures double brin ; mal réparées elles peuvent mener à des échanges de matériel génétique entre chromosomes – des translocations chromosomiques –

à l'origine de nombreux cancers. Depuis son arrivée au CNRS en 2009, Evi Soutoglou s'attache à comprendre les nombreux mécanismes moléculaires de réparation mis en place par la cellule. Elle a notamment identifié la protéine SET qui joue un rôle clé dans la restauration de ce type de dommages.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### Ipek Yalcin-Christmann



La douleur chronique et la dépression vont souvent de pair. Les travaux de la chercheuse Ipek Yalcin-Christmann contribuent à éclairer les bases neurologiques et moléculaires de leur imbrication. Ses travaux sur le mécanisme d'action des

antidépresseurs dans la douleur neuropathique lui ont permis de développer une stratégie thérapeutique innovante qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet et dont les études cliniques sont en cours. Ces recherches avaient déjà été récompensées en 2013 par le Grand Prix Scientifique de l'Académie des Sciences, lettres et Arts d'Alsace.

Institut des neurosciences cellulaires et intégratives

### Phu Nguyen-Van



Les technologies propres ne se diffusent pas de manière identique selon le niveau de développement d'un pays. Les choix et préférences des consommateurs ont un impact sur la croissance durable ou non d'une économie...

L'économiste Phu Nguyen-Van explore ces problématiques en s'intéressant aux interactions entre l'activité économique et la sphère environnementale. En confrontant des données fournies par des organismes internationaux à des réalités environnementales, il propose une analyse précieuse pour la mise en place de politiques publiques efficaces.

Bureau d'économie théorique et appliquée

### Philippe André



Philippe André est à l'origine de plus de 1 400 lignées de souris transgéniques. Sa spécialité est de créer et de cryopréserver des souris génétiquement modifiées au service des chercheurs. Sa très haute maîtrise des techniques de transgénèse et d'embryologie chez les rongeurs est reconnue et valorisée à l'international dans le cadre de programmes mondiaux comme l'IMPC, européens comme EMMA, INFRAFRONTIER, ou nationaux comme PHENOMIN. Une reconnaissance qui assure à la France une place de tout premier plan dans tous

les projets de phénotypage intensif des collections de souris mutantes.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### Eddy Dangelser



Dès son arrivée au CNRS en 1989, ses talents de mécanicien de pointe font des merveilles. Eddy Dangelser est passé maître dans l'art de concevoir et usiner sur machines à commande numérique des pièces uniques pour répondre aux besoins des chercheurs. Cet ingénieur d'étude, ancien mécanicien en aéronautique, façonne l'acier et l'aluminium aussi bien que le tungstène, le tantale et bien d'autres matériaux. Un savoir-faire exceptionnel qui lui a valu, parmi bien d'autres créations, de réaliser les outillages pour

l'assemblage des détecteurs silicium de l'expérience ALICE auprès du LHC.

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien

## PRIX ET DISTINCTIONS

### ► Prix Fondation Unistra - Cercle Gutenberg :

**Benoît Louis** - Institut de chimie  
**Nicolas Padoy** - ICube  
**Julien Penin** - BETA  
**Julien Vermot** - IGBMC

### ► Prix de l'Institut de France :

**Caroline Habol** - IPHC  
*Prix Janine Courrier de l'Académie des sciences*  
**Jean-Luc Imler** - RIDI  
*Prix Jaffé de l'Académie des sciences*  
**Francis Messner** - DRES  
*Prix Gallet de l'Académie des sciences morales et politiques*  
**Denis Spitzer** - ISL  
*Prix Lazare Carnot de l'Académie des sciences*

### ► Les Espoirs de l'Université de Strasbourg :

**Rodolphe Baudin** - GEO  
**Nadège Blond** - LIVE  
**Benoît Famaey** - Observatoire de Strasbourg  
**Benjamin Fuks** - IPHC  
**Benoît Louis** - Institut de chimie  
**Nicolas Matt** - RIDI  
**Emilie Moulin** - ICS  
**Benoît Pichon** - IPCMS  
**Michael Ryckelynck** - ARN  
**Evi Soutoglou** - IGBMC



## Convention quinquennale de site

Le 12 octobre, **Alain Fuchs**, président du CNRS, **Alain Beretz**, président de l'Université de Strasbourg, **Christine Gangloff-Ziegler**, présidente de l'Université de Haute-Alsace, et **Marc Renner**, directeur de l'INSA, ont signé cette convention ambitieuse par la nature des engagements pris. Par cet

acte stratégique, les partenaires témoignent de leur détermination commune à construire une politique scientifique partagée afin de renforcer la visibilité et le rayonnement international de la recherche menée dans les établissements alsaciens.

## Inaugurations

### JANVIER

Intégré au sein de l'IGBMC, le **Centre de biologie intégrative (CBI)** se focalise sur les mécanismes moléculaires de la régulation de l'expression des gènes en lien avec la santé humaine. Le CBI héberge les infrastructures en biologie structurale intégrative à dimensions nationales et européennes, FRISBI et Instruct. Au cœur de ses missions, l'exploration du Vivant de l'échelle atomique et moléculaire à celle de la cellule et de l'organisme dans sa globalité.

### SEPTEMBRE

L'**Institut de biologie moléculaire des plantes (IBMP)**, pôle d'excellence dans le domaine des sciences du végétal, s'agrandit en se dotant de nouveaux espaces de laboratoires permettant un regroupement de l'ensemble des personnels. Ce projet donne également l'occasion de restructurer la plateforme de microscopie, de créer un nouvel espace dédié à la métabolomique et de disposer de nouvelles chambres de culture à éclairage innovant à base de LED.

## Financement ERC : 6 chercheurs lauréats

Depuis 2007, le Conseil européen de la recherche (ERC) soutient l'excellence, le dynamisme et la créativité de la recherche scientifique. Proposés par des chercheurs jeunes ou confirmés, les projets de recherche retenus sont subventionnés sur plusieurs années. Pour l'appel à projets 2015, 6 chercheurs décrochent le précieux sésame en Alsace.

### Starting Grants

Loin de se résumer à un code génétique linéaire, le génome s'organise aussi dans l'espace. Comment ces configurations 3D, ou domaines topologiques, influencent-elles la régulation des gènes ? Tel est l'objet du projet *Chromtopology* de **Thomas Sexton**.

**Albert Weixlbaumer** s'intéresse aux mécanismes régulant la transcription, soit le passage de l'ADN en ARN. Le projet *Transreg* portera son attention sur les mécanismes en jeu durant la phase d'élongation.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### Proof of Concept Grants

Lauréat en 2010 d'une bourse ERC Starting Grant, **Jean-François Lutz** est parvenu à stocker des données dans des polymères synthétiques. Le nouveau projet *Sequence Barcodes* permettra de mener des études complémentaires pour valoriser cette innovation dans la sphère économique et sociétale.

Institut Charles Sadron

### Consolidator Grants

En cas de lésions, l'ADN peut s'auto-réparer. Avec le projet *3D-repair*, **Evi Soutoglou** se concentre sur l'étude de la dynamique spatiale des réparations de l'ADN au sein du noyau.

Avec le projet *Evalue*, **Julien Vermot** cherche à comprendre les mécanismes de méchanotransduction impliqués dans la morphogénèse des valves cardiaques et leurs liens potentiels avec des déficiences congénitales.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire

### Advanced Grants

Porté par **Christian Bonah** le projet *Body Capital* a pour but de retracer l'histoire culturelle et sociale du corps au 20<sup>e</sup> siècle en Europe, à partir d'une source peu utilisée par les historiens, les films.

Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe

Des gènes aux cellules et jusqu'aux organismes, les scientifiques n'ont de cesse de comprendre toujours plus finement les mécanismes subtils du vivant. À chaque échelle, une quête de connaissances indispensables pour identifier le rôle de chaque entité, imaginer et développer de nouvelles stratégies thérapeutiques ou décrire les interactions des êtres vivants entre eux.

## LE GÉNOME DÉCRYPTÉ



↑ Levures de boulanger (*Saccharomyces cerevisiae*) sur boîte de Pétri.

### Génomes incompatibles, nouvelles espèces ?

Dans tout le vivant, il arrive que deux individus de la même espèce soient incompatibles ; ils engendrent alors une descendance soit stérile, soit non viable. Pour mieux cerner l'origine génétique du phénomène, des chercheurs ont croisé des levures de boulanger – l'organisme modèle – d'origines géographiques (Europe, Amérique, Asie) et écologiques (vigne, bière, etc.) différentes. Après avoir isolé et scruté le génome des descendants peu viables, les chercheurs ont mis en évidence deux régions génétiques, chacune issue d'un des parents, dont la présence simultanée chez le descendant est létale. Loin d'être la conséquence d'une quelconque consanguinité, c'est l'évolution divergente de levures soumises à des milieux différents qui conduit à cette incompatibilité. Ce phénomène d'isolement reproductif constitue le premier exemple démontré chez la levure. Les premiers pas vers la naissance d'une nouvelle espèce ?

Génétique moléculaire, génomique et microbiologie  
Nature Communications - Juillet 2015

### Trisomie 21 et tonus musculaire

Posséder un chromosome 21 surnuméraire engendre le syndrome de Down ou trisomie 21. Les personnes atteintes souffrent d'une déficience intellectuelle mais aussi d'un faible tonus musculaire. En comparant la performance musculaire de souris monosomiques (possédant 1 seule copie d'une région du chromosome 21) avec celle de souris trisomiques (en possédant 3), des chercheurs ont montré que leur aptitude physique était diamétralement opposée : les premières sont beaucoup plus endurantes que la moyenne et inversement pour les secondes. Ces performances contrastées résultent d'un changement d'expression des gènes contrôlant le métabolisme énergétique des muscles. Par rapport à des souris témoins, ces gènes sont surexprimés chez les souris monosomiques mais sous-exprimés chez les souris trisomiques. Ainsi, l'atonie des personnes trisomiques résulte d'une modification du métabolisme musculaire.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire  
PLoS Genetics - Mars 2015

### Les cellules de tous les possibles

Il est déjà possible de ramener artificiellement des cellules différenciées (peau, os, foie...) au stade initial de cellules souches embryonnaires ; un stade où les cellules, dites pluripotentes, ont la faculté de se muer en tout type de cellules. Toutefois, il existe des cellules au potentiel encore plus grand. Présentes uniquement dans les premières heures suivant la fécondation, ces cellules, dites totipotentes, sont à même de générer un embryon et donc, à terme, un organisme entier. Pour la première fois, une équipe de chercheurs est parvenue à induire cet état à partir des cellules pluripotentes. Comment ? En remarquant que l'ADN de cellules totipotentes était moins compact qu'au stade pluripotent. En cause, une moindre expression d'un complexe protéique connu pour maintenir l'ADN dans un état condensé. Sur la base de cette observation, en inactivant l'expression de ce complexe appelé CAF1, l'équipe a réussi à obtenir des cellules totipotentes. Une première mondiale pleine de promesses.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire  
Nature Structural & Molecular Biology - Décembre 2015

### Quand l'ADN se met à briller pour mieux être observé

Les acides nucléiques – tels l'ADN – sont à la base de nombreux processus du vivant. Pour mieux comprendre leurs rôles, il est crucial de pouvoir suivre leurs multiples conformations et dynamiques. Les techniques de fluorescence sont idéales, à ceci près que les acides nucléiques ne sont pas fluorescents à l'état naturel... Pour résoudre le problème, des scientifiques, en association avec un laboratoire américain, ont développé une molécule fluorescente et montré qu'elle est capable de se substituer parfaitement à une des bases de l'ADN – la guanosine – sans perturber son fonctionnement. Cette nouvelle molécule est en mesure de révolutionner l'étude biophysique des acides nucléiques.

Laboratoire de biophotonique et pharmacologie  
Journal of American Chemical Society - Février 2015

## BIOLOGIE STRUCTURALE

### La structure fine du ribosome humain dévoilée

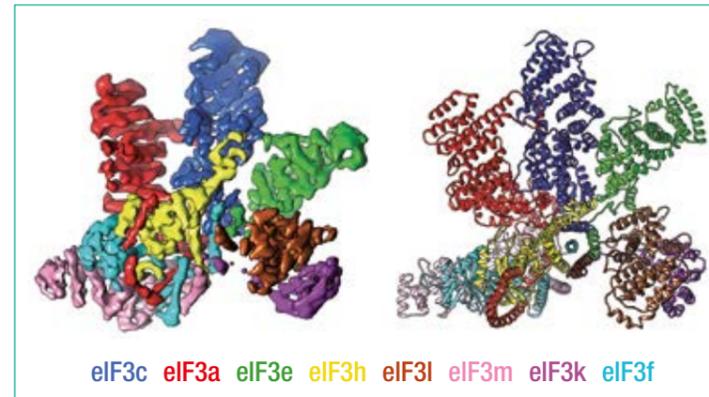
Présents dans les cellules de tous les êtres vivants, les ribosomes ont en charge la synthèse des protéines en suivant, à la lettre, les instructions fournies par les gènes. Si leur structure 3D est précisément connue chez un certain nombre d'espèces, celle du ribosome humain, particulièrement complexe, restait encore à déterminer. Des travaux récents ont comblé cette lacune. En effet, la cryo-microscopie électronique à haute résolution a permis de visualiser la structure fine du ribosome humain et de localiser les quelque 220 000 atomes qui le constitue. Cette connaissance détaillée de notre « usine à protéines » pourrait se révéler utile dans la mise au point de traitements de maladies liées à des dysfonctionnements de la biosynthèse des protéines, phénomène également impliqué dans les cancers.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire  
Nature - Avril 2015

### Synthèse des protéines : une nouvelle structure décryptée

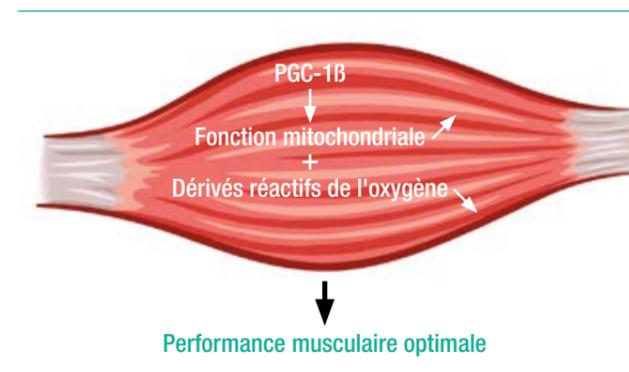
Chez les mammifères, le démarrage de la traduction des protéines au niveau du ribosome met en jeu plus d'une douzaine de facteurs d'initiation (eIFs). La structure du plus méconnu d'entre tous, une molécule appelée eIF3, a enfin été déterminée avec une résolution inégalée d'environ 0,6 nanomètres (10<sup>-9</sup> m). Cette avancée permet de mieux comprendre le déroulement de la synthèse des protéines. Elle ouvre également de nouvelles perspectives dans la recherche d'agents thérapeutiques antiviraux et antiparasitaires. En effet, certains virus et parasites eucaryotes semblent se servir d'eIF3 pour détourner à leur avantage la machinerie cellulaire de l'hôte.

Architecture et réactivité de l'ARN  
Nature - Septembre 2015



↑ Représentation du cœur de la structure du facteur d'initiation 3 (eIF3) chez les mammifères. À gauche, vue par cryo-microscopie électronique, à droite : interprétation par un modèle atomique.

## EXPRESSION DES GÈNES



↑ Dans les muscles, PGC-1β coordonne l'expression de nombreuses protéines impliquées dans la structure et la fonction des mitochondries. Il participe également à leur détoxification, en éliminant efficacement les dérivés réactifs de l'oxygène générés lors d'un effort prolongé.

### PGC-1β, facteur indispensable pour des muscles en pleine forme

Sans mitochondries, les muscles ne seraient rien. Ces petits organites cellulaires, véritables usines de production d'énergie des cellules, fabriquent l'ATP, une molécule indispensable à la contraction musculaire. L'expression de nombreux gènes impliqués dans la biogénèse des mitochondries est modulée par les corégulateurs transcriptionnels PGC-1 et PGC-1β. Si les fonctions assumées par le premier dans les muscles sont bien connues, celles de PGC-1β restent largement indéterminées. Pour y voir plus clair, des chercheurs ont inactivé PGC-1β dans des fibres musculaires de souris adultes. Chez ces rongeurs, les mitochondries présentent des anomalies structurales et fonctionnelles diminuant leur performance ; elles sont aussi plus sensibles au stress oxydatif. PGC-1β apparaît ainsi comme un facteur essentiel pour l'activité optimale des muscles, notamment en cas d'effort physique intense.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire  
Nature Communications - Décembre 2015

FOCUS

# Bientôt un médicament contre le lupus ?

Le lupus érythémateux est une maladie auto-immune chronique qui survient lorsque le système immunitaire identifie, à tort, les cellules de l'organisme comme des envahisseurs étrangers à détruire. Cette maladie touche de nombreux organes (peau, articulation, système vasculaire, cerveau, rein) et provoque des symptômes aussi divers que des lésions cutanées, des douleurs articulaires, des thromboses, voire même des poussées psychotiques. Non spécifiques, les traitements immunosuppresseurs actuels sont tout sauf une panacée. En réprimant globalement le système immunitaire, ils soulagent les inflammations, certes, mais rendent, dans le même temps, les patients bien plus vulnérables aux infections. Le lupus reste ainsi une maladie incurable et très invalidante pour plus de 5 millions de personnes dans le monde, dont 90% de femmes. Toutefois, la situation pourrait bientôt s'améliorer grâce à une molécule développée par des immunologistes strasbourgeois. Appelée P140, le peptide développé a fait ses preuves dès les premiers tests sur des souris lupiques. Son atout ? Il freine le développement de la maladie tout

en sauvegardant la capacité du système immunitaire à lutter contre les pathogènes. Depuis sa mise au point, la molécule brevetée par le CNRS – et sous licence exclusive de la société ImmuPharma-France – a enchaîné avec succès les essais cliniques internationaux sur l'homme. Les résultats sont prometteurs. Après 3 mois de traitement, la maladie régresse chez 62% des patients. Aujourd'hui, P140, rebaptisé Lupuzor™, est entré dans la dernière phase des tests cliniques avant sa mise sur le marché. Le résultat final est attendu fin 2017. À terme, le Lupuzor™ pourrait devenir le premier médicament spécifique non immunosuppresseur contre le lupus. Mais il pourrait bien ne pas en rester là. En effet, les chercheurs à l'origine de sa découverte étudient son potentiel thérapeutique dans d'autres pathologies auto-immunes. Affaire à suivre...

Immunopathologie et chimie thérapeutique  
Ces recherches ont été récompensées par une médaille de l'innovation du CNRS (voir article page 4)

## Jouer les oiseaux de nuit vous ferait vieillir plus vite

Il est acquis que des perturbations du cycle jour-nuit peuvent induire des maladies cardiovasculaires et favoriser l'obésité. Ces troubles métaboliques pourraient être les dommages collatéraux d'un problème cellulaire généralisé, selon une étude menée sur le rat roussard, une espèce de rat diurne (actif durant la journée). Les chercheurs ont en effet découvert que les rats roussards soumis à une perturbation chronique de leurs cycles jour-nuit, présentaient un vieillissement accéléré de leurs cellules. Trois mois de perturbations suffisent à faire vieillir ces rats plus vite et bouleverser leur métabolisme. En cause, le dérèglement de l'expression d'une enzyme jouant un rôle dans la protection des chromosomes et interagissant avec les horloges circadiennes moléculaires.

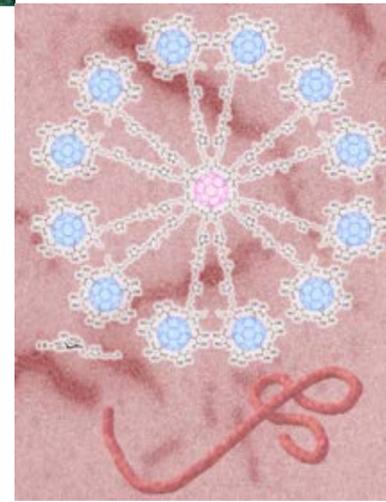
Institut des neurosciences cellulaires et intégratives, Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
FASEB Journal - Août 2015

↑ Rat roussard en activité dans une roue. L'horloge SCN symbolise l'horloge principale (les noyaux supra-chiasmatiques de l'hypothalamus) qui est désynchronisée par une perturbation chronique du cycle lumière-obscurité.

## Diabète de type 2 : quand les cellules croient jeûner

Lors d'un jeûne, les cellules d'un organisme déclenchent un mécanisme de survie appelé « autophagie » : elles dégradent leurs propres composants. Ainsi, du glucose peut être produit malgré la pénurie de nutriments. Mais les cellules bêta du pancréas vont plus loin en digérant les granules d'insuline qu'elles produisent, évitant de sécréter de façon malvenue cette hormone en situation de jeûne, alors même que l'organisme lutte pour maintenir sa glycémie. Selon les chercheurs qui l'ont dévoilé, ce mécanisme pourrait être impliqué dans l'apparition du diabète de type 2 où se produit une dégradation anormale des granules d'insuline conduisant à un excès de sucres dans le sang. Comme si les cellules bêta croyaient, à tort, se trouver en état de jeûne... Si l'hypothèse devait se confirmer, de nouvelles cibles thérapeutiques pourraient voir le jour.

Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire  
Science - Février 2015



← En haut : molécule ramifiée géante, ou dendrimère, comportant 120 unités de sucres périphériques (mannoses), diamètre : environ 5 nanomètre (10<sup>-9</sup> m)  
En bas : représentation du virus Ebola – taille de l'ordre du micromètre (10<sup>-6</sup> m).

## Les chimistes voient grand contre le virus Ebola

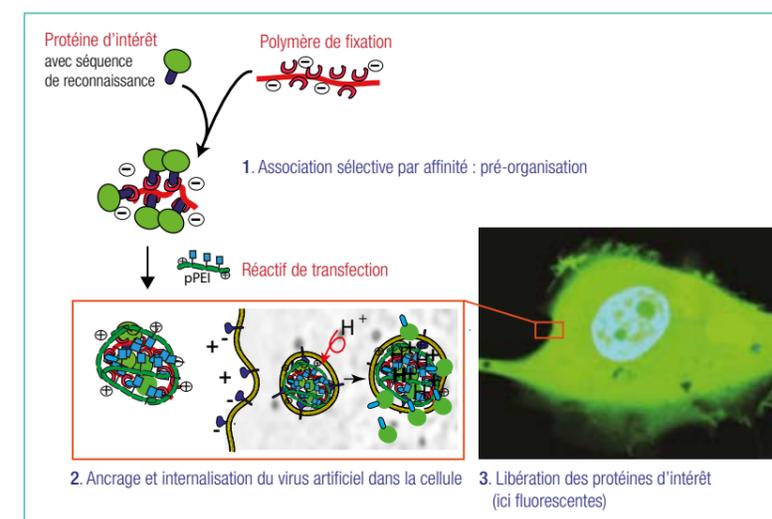
Le virus Ebola infecte une cellule grâce aux glycoprotéines qu'il arbore à sa surface. Ces protéines greffées de sucres s'arriment au récepteur dit DC-SIGN de la cellule-cible puis déclenchent l'entrée du virus. Pour contrer cette infection, des chimistes se sont tournés vers des molécules ramifiées pourvues de nombreux sucres. Dotées d'une grande affinité pour DC-SIGN, ces méga-molécules empêchent le virus d'interagir avec les récepteurs en occupant la place. Jusqu'à présent, la synthèse de telles molécules restait très fastidieuse. Mais, par une approche dite « chimie-click », les chercheurs ont développé une méthode de synthèse ultra-rapide, abaissant le nombre d'étapes nécessaires de 20 à 6. Géantes, les molécules ainsi produites portent 120 sucres et sont, *in vitro*, 33% plus efficaces que des antiviraux classiques.

Laboratoire de chimie moléculaire, laboratoire Conception et applications de molécules bioactives  
Nature Chemistry - Novembre 2015

## Un virus artificiel livreur de médicaments

Véritable rempart organique, la membrane lipidique qui enveloppe les cellules constitue une barrière infranchissable pour beaucoup de molécules, y compris des médicaments potentiels. Des chimistes ont néanmoins réussi à acheminer des molécules thérapeutiques au cœur même de cellules. Comment ? En s'inspirant de la capacité d'intrusion sans égale des virus. À l'aide de polymères s'auto-assemblant, ils ont conçu un virus artificiel capable de franchir la couche de lipides puis de se désagréger une fois dans le cytoplasme pour libérer les molécules actives. Ce tour de force est prometteur : en testant ce procédé sur des cellules cancéreuses, ils sont parvenus à détruire 80% d'entre elles.

Conception et application de molécules bioactives,  
Biotechnologie et signalisation cellulaire  
Angewandte Chemie - Juillet 2015



EN BREF

### MIEUX SURVEILLER LES VIRUS TRANSMIS PAR LES INSECTES

Face à une infection, les insectes se défendent en découpant les ARN exprimés par les virus en de multiples fragments. Des chercheurs du RIDI ont développé une méthode permettant d'exploiter ces fragments pour reconstituer les génomes de virus connus, mais aussi de virus inconnus jusqu'ici. Cette nouvelle méthode d'identification des virus infectant les insectes, tels les moustiques, pourrait améliorer la surveillance des virus transmissibles à l'homme (dengue, chikungunya, zika).

Nucleic Acids Research - Juillet 2015

### UNE NOUVELLE PROTÉINE VIRALE SORT DE L'OMBRE

Des biologistes de l'IBMP ont découvert un gène cryptique chez un virus de plantes de la famille des *Luteoviridae*. Jusqu'alors passé inaperçu, ce gène code pour une protéine essentielle au cycle infectieux du virus. Sans elle, le pathogène perd sa capacité à envahir la plante entière et reste localisé au site d'inoculation. Cette découverte pourrait s'avérer utile au développement de stratégies de lutte contre cette famille de virus infectant de nombreuses plantes d'intérêt agricole.

PLoS Pathogens - Mai 2015

### UNE NOUVELLE PISTE POUR TRAITER LA MALADIE DE CROHN

La maladie de Crohn touche 4 à 5 personnes sur 100 000 et se manifeste par une inflammation chronique de l'intestin. Une équipe du LIT a mis au point un dérivé de produit naturel qui présente de puissants effets anti-inflammatoires dans une variante de la maladie développée chez la souris. Prometteur, le composé synthétisé est issu d'une flavagline, une molécule thérapeutique présente dans l'écorce de certains arbustes du Sud-Est asiatique.

Inflammatory Bowel Diseases - Septembre 2015

### UNE PROTÉINE CONTRE LES VIRUS À PAPILLOME HUMAINS

Les virus à papillome humains "à haut risque muqueux" (HPV-hrm) produisent des protéines virales oncogènes. Ces oncoprotéines provoquent les cancers du col de l'utérus et un nombre croissant de cancers de l'oropharynx. Une équipe de chercheurs du BSC et de l'IGBMC, labellisée *Ligue contre le cancer*, a conçu un inhibiteur à large spectre de ces protéines qui induit la mort des cellules tumorales.

Angewandte Chemie - Juin 2015

## EXPLORER LE VÉGÉTAL



↑ *Arabidopsis thaliana* ou Arabette des dames de 6 semaines. À gauche, un plant sauvage. À droite, un plant mutant présentant un important retard de croissance dû à une dysfonction de FBL17.

### Petite protéine, grands effets

Événement à la fois banal et complexe, le cycle cellulaire, en s'achevant avec la division d'une cellule-mère en deux cellules-filles, permet à la vie de se perpétuer. Pour une cellule, la première phase de ce cycle consiste à répliquer son ADN afin d'assurer un génome complet aux futures cellules-filles. L'initiation de cette étape est rigoureusement contrôlée par des mécanismes cellulaires qui ne sont pas encore totalement élucidés, notamment chez les végétaux. Des biologistes ont toutefois éclairci les mécanismes à l'œuvre chez une plante, l'Arabette des dames. Ils ont mis en évidence le rôle crucial que joue FBL17, une protéine impliquée dans la dégradation de macromolécules empêchant le démarrage du cycle cellulaire. Son importance dans la bonne marche du cycle est telle que sa dysfonction conduit, dans la grande majorité des cas, à un retard de croissance des plantes et des tissus désorganisés à l'échelle cellulaire.

Institut de biologie moléculaire des plantes  
The Plant Cell - Mai 2015

## COMMUNIQUER

### Une croissance au diapason grâce au messenger GA<sub>12</sub>

Racines et feuilles ne poussent pas de façon indépendante, elles coordonnent leur développement en communiquant au moyen de messagers chimiques. Les gibbérellines, par exemple, sont des phytohormones qui stimulent la croissance des plantes. Des chercheurs ont découvert que c'est un précurseur de ces molécules, appelé GA<sub>12</sub>, qui est transporté d'un organe à l'autre. Empruntant le même trajet que les sèves, ce n'est qu'une fois arrivé à destination que ce précurseur est activé par des enzymes.

Institut de biologie moléculaire des plantes  
Nature Plants - Juin 2015  
Voir photo de couverture

### Plus ils sont malins, mieux les singes « réseautent »



↑ Juvénile et femelle de macaque japonais (*Macaca fuscata*), en train de se réchauffer et se toiletter dans les sources d'eau chaude du parc aux singes de Jigokudani, au Japon.

Beaucoup d'espèces animales forment des réseaux sociaux. À la clé, de nombreux avantages comme une meilleure détection des prédateurs et une prise de décision moins hasardeuse. Une équipe de scientifiques incluant des éthologues de Strasbourg s'est penchée sur l'efficacité de ces réseaux chez les primates. Ils ont évalué la vitesse à laquelle l'information transite à travers des groupes d'individus. Des lémuriers jusqu'à l'homme, 24 espèces de primates ont été étudiées.

Résultat : ce sont les singes ayant, en proportion, le néocortex le plus gros qui développent les réseaux les plus efficaces. Cette couche externe du cerveau est en effet reliée aux capacités cognitives. Il semblerait donc qu'ajuster ses relations sociales efficacement soit une tâche plus complexe qu'elle n'en ait l'air...

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Scientific Reports - Septembre 2015

### Ne pas sous-estimer les protéines GIP

Partie centrale d'un chromosome, le centromère permet de répartir équitablement le patrimoine génétique entre cellules-filles lors de la division cellulaire. Chez l'Arabette des dames, des chercheurs ont montré que deux protéines (GIP1 et GIP2) sont indispensables pour que le centromère remplisse correctement sa fonction. Très conservées au cours de l'évolution, ces GIP existent chez de nombreux organismes, des algues vertes jusqu'à l'homme. La mise en lumière de leur rôle dans la division cellulaire ouvre de nouvelles pistes d'études qui vont bien au-delà du monde végétal.

Institut de biologie moléculaire des plantes  
Proceedings of the National Academy of Sciences - Juillet 2015

### Pas sexiste, le bison !

Chez le bison d'Europe, des chercheurs ont constaté que les femelles adultes initient souvent les mouvements du troupeau. Le fait est que leurs congénères les suivent plus volontiers qu'ils ne suivent les mâles. Pour autant, il n'y a pas de leaders ! Les individus s'engagent généralement dans la direction préférée par la majorité. Un gage de cohésion.

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Animal Behaviour - Septembre 2015



## SOCIÉTÉ

### Commission centrale pour la navigation du Rhin : 200 ans d'histoire



À la frontière de plusieurs pays, le Rhin a suscité bien des rivalités dans l'histoire. Aussi, c'est dans une volonté de coopération qu'est née la Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR), première et plus ancienne organisation internationale au monde. Fondée après les guerres napoléoniennes et actuellement basée à Strasbourg, la CCNR a permis d'instaurer un régime juridique propre au Rhin, dont la liberté de circulation constitue l'un des principes fondateurs. Garantissant un commerce fluide tout en évitant les conflits, la CCNR a servi de modèle à bien d'autres institutions intergouvernementales. À l'occasion de son bicentenaire, fêté en 2015, des historiens de Strasbourg sont revenus sur ce passé riche, mais peu connu, par l'organisation de séminaires interdisciplinaires, la tenue d'un colloque international et la publication d'un ouvrage historique grand public. L'ouverture des fonds de l'institution aux Archives départementales du Bas-Rhin constitue une véritable invitation à des travaux de recherche ultérieurs.

Dynamiques européennes  
LaCCNR:200ansd'histoire1815-2015,Strasbourg,EditionsCarréblanc,2015.  
Sousla direction de Martial Libera, Sylvain Schirmann, Jean-Marie Wœhring.

## NUMÉRIQUE

### Cemosis, expert en modélisation numérique

Selon une étude de l'impact socio-économique des mathématiques en France publiée en mai 2015, 15 % du PIB et 9 % des emplois sont impactés par la recherche en mathématiques. Le Centre de modélisation et de simulation de Strasbourg – Cemosis – y est cité comme « initiative à forte visibilité » dans le renforcement des relations recherche-entreprise. Animée par des mathématiciens de l'IRMA, cette structure collaborative a pour ambition d'apporter une expertise dans le domaine de la modélisation numérique dans le cadre de projets avec des entreprises ou interdisciplinaires. Cemosis anime en particulier des projets avec le monde de la Physique et de la Santé. L'un des projets, nommé HIFIMagnet, vise à produire des modèles numériques adaptés à l'étude et à la conception d'aimants surpuissants essentiels à l'expérimentation dans les domaines de la physique du solide, de la supraconductivité ou encore de la magnétoscience.

Institut de recherche mathématique avancée

## FOCUS

### La laïcité, une question de droit

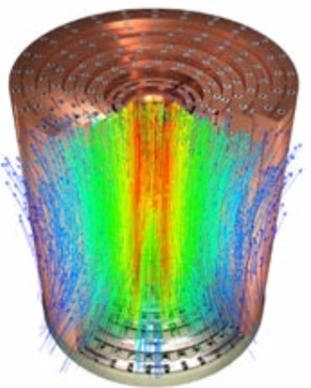
Depuis les événements tragiques qui ont secoué la France au mois de janvier et novembre 2015, le concept de laïcité s'invite régulièrement dans les débats. Sociologues, philosophes, historiens se sont ainsi beaucoup exprimés à ce sujet. « Mais peu les juristes, note Vincente Fortier, directrice adjointe de l'unité Droit, religion, entreprise et société



(DRES). Or, la laïcité est avant tout un principe juridique dont le contenu n'est pas toujours bien compris par la société civile. » Sur fond de tensions sociales et religieuses, dépassionner le débat constitue un enjeu de société autant qu'un défi. Voilà pourquoi des chercheurs de l'équipe Droits et religions se sont mobilisés pour faire entendre, de façon intelligible par tous, le langage du droit auprès du grand public. Baptisée *Les Toiles de la Laïcité*, cette œuvre de pédagogie a été réalisée à travers la projection d'une série de films documentaires prolongés de débats. « À partir de films comme *Sacrée laïcité* ou *Des musulmans pas très catholiques* pointant sur des questions

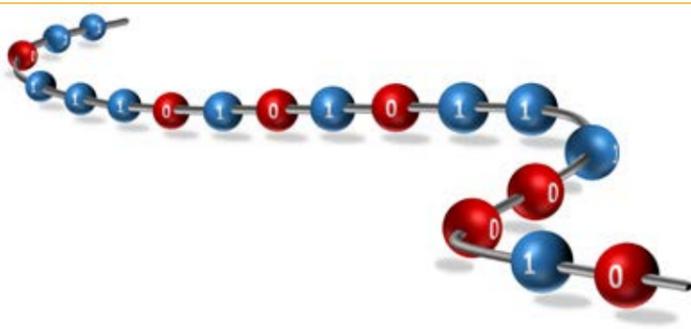
concrètes de société, notre préoccupation a été d'expliquer, dans le respect de l'autre, comment le droit encadre et répond à ces questions », explique Vincente Fortier. En filigrane, l'objectif était également de sonder sur quels points le débat se cristallise dans la société civile. L'occasion de rappeler les fondements juridiques qui définissent le concept de laïcité. « La laïcité est trop souvent perçue comme un rempart contre les religions, souligne Vincente Fortier. Certains sont tentés d'en faire un principe d'exclusion alors qu'elle existe pour garantir l'égalité entre les religions mais également la liberté de culte qui est, il ne faut pas l'oublier, une liberté fondamentale. »

Droit, religion, entreprise et société



↑ Champ magnétique dans un électro-aimant à haut champ : aide au design pour le grand équipement national du CNRS, le LNCMI.

Animés par des questions fondamentales et une volonté d'innover, chimistes et physiciens allient leur savoir-faire pour analyser, façonner, organiser la matière avec toujours plus de maîtrise. À la clé, des matériaux aux propriétés inédites qui inspireront, sans aucun doute, les technologies de demain.



↑ Représentation schématisée d'une chaîne macromoléculaire contenant de l'information binaire.

par monomère, chacun codant pour la valeur 0 ou 1. Quelques octets de données binaires ont ainsi pu être stockés sur des molécules de plastique. Ce procédé devrait s'accélérer dans les prochaines années grâce à sa robotisation. Plus stables que l'ADN, ces polymères synthétiques constitueront peut-être nos disques durs de demain.

Institut Charles Sadron  
Nature Communications - Mai 2015

## Les diaryléthènes, des molécules contrôlées par la lumière

Les systèmes photochromiques sont des petites molécules organiques pouvant se transformer réversiblement en deux formes différentes sous l'action de l'énergie lumineuse. Parmi ces molécules, les diaryléthènes (DAE) peuvent basculer d'une forme, dite ouverte, à une autre, dite fermée, grâce à une lumière ultra-violette ou une lumière visible de couleur verte. Ces deux formes ont des conformations différentes et ne s'assemblent donc pas de la même façon sur une surface. Pour la première fois en 2015, l'interconversion réversible entre deux formes de DAE assemblées sur une surface de graphite a été visualisée à l'échelle moléculaire en utilisant la microscopie à effet tunnel (1). De façon remarquable, ces deux formes ont également des propriétés électroniques très différentes. Grâce à cette particularité, les DAE ont été utilisées pour moduler, avec la lumière, le transport de charges dans un dispositif électronique. Pour améliorer la conductivité d'un DAE, des chercheurs viennent de démontrer qu'il est possible de le coupler avec des petites molécules organiques semi-conductrices (2). Cette maîtrise toujours plus fine des molécules photochromiques ouvre la voie au développement de dispositifs électroniques à commande optique de haute performance.

Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires

(1) Angewandte Chemie - Février 2015  
(2) Nature Communications - Mars 2015

## De l'info dans du plastique

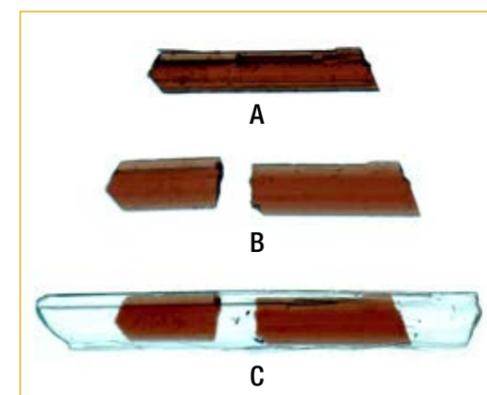
La quantité de données numériques produite mondialement explose d'année en année. Au vu du coût énergétique des datacenters, un enjeu se dessine : stocker plus dans moins. Le monde du vivant a trouvé sa solution avec l'ADN, un chef d'œuvre de compacité. En théorie, 4 grammes de cette macromolécule constituée d'un long assemblage de briques élémentaires suffisent à stocker l'équivalent d'1.8 zettaoctet ( $10^{21}$ ) de données, soit près de 2 000 milliards de films HD de deux heures ! Inspirée par cet assemblage biologique, une équipe comprenant des chimistes strasbourgeois a encodé de l'information à l'échelle moléculaire, non pas sur de l'ADN, mais sur un polymère synthétique. Autrement dit, du plastique ! Cette première mondiale a été réalisée en contrôlant, à la main, la synthèse du polymère brique par brique, ou plutôt monomère

## Des cristaux qui s'auto-assemblent, c'est possible !

Un cristal est un assemblage de briques moléculaires de base agencées de manière ordonnée et périodique dans les trois dimensions de l'espace. Une supramolécule, en somme. Mais passer d'une molécule de quelques angströms ( $10^{-10}$  m) à un cristal de quelques millimètres suppose la bagatelle d'un milliard de milliard d'opérations de soudage des molécules entre elles ! Ce travail d'orfèvre est de bien trop longue haleine pour pouvoir être réalisé par la synthèse chimique classique, molécule après molécule. Pour façonner ces cristaux, les chimistes recourent à une technique bien moins fastidieuse. Appelée tectonique moléculaire, elle repose sur la conception d'éléments de base – dits « tectons » – programmés pour se lier entre eux spontanément selon une configuration prédéfinie. En exploitant cette stratégie d'auto-assemblage, des chercheurs strasbourgeois ont réalisé, dans une solution aux conditions douces ( $25^{\circ}\text{C}$ ), une soudure de deux cristaux ainsi que des réseaux de cristaux. Une première mondiale ! Ces résultats offrent un nouvel outil dans la conception de matériaux complexes dotés de propriétés sur mesure.

Chimie de la matière complexe

Journal of American Chemical Society - Novembre 2015



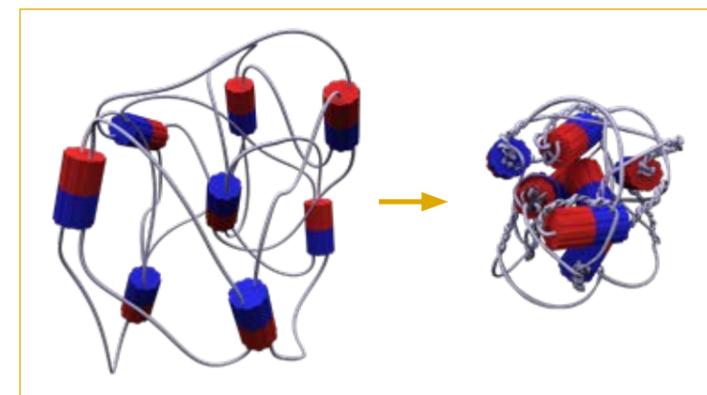
← Le cristal (A) a tout d'abord été coupé, puis placé et orienté (B), avant d'être soudé en monocristal (C) par croissance épitaxiale en solution dans des conditions douces ( $25^{\circ}\text{C}$ ).

### Un gel qui se contracte à la lumière

De la réplication de l'ADN jusqu'à la contraction d'un muscle, les moteurs moléculaires interviennent dans de nombreux processus biologiques. Bien que de taille nanométrique, en s'associant par millions, ils peuvent entraîner des mouvements visibles à l'œil nu. Ces machines protéiques fascinent les chimistes. S'ils savent déjà créer des molécules artificielles capables de mouvements de contraction et de rotation, coordonner leur action s'avère complexe. Des chimistes strasbourgeois ont néanmoins relevé le défi ! En articulant des chaînes de polymères entre elles au moyen de moteurs moléculaires pivotant sur eux-mêmes sous l'effet de la lumière UV, ils ont conçu un gel contractile. Activés par la lumière, les moteurs tressent de façon synchrone les chaînes de polymères du gel qui se contracte alors sur plusieurs centimètres. Prochain défi : rendre le système réversible à la manière d'un muscle et exploiter l'énergie mécanique stockée dans le gel.

Institut Charles Sadron

Nature Nanotechnology - Janvier 2015



↑ À gauche, représentation schématisée d'un gel polymère dont les chaînes sont réticulées à l'aide de moteurs moléculaires rotatif (en rouge et bleu). À droite, sous l'action de la lumière, les moteurs entrent en rotation et tressent les chaînes de polymères pour contracter le gel jusqu'à 80% de son volume initial. Une partie de l'énergie lumineuse est alors stockée sous forme d'énergie mécanique.

### Les batteries sodium-ion reviennent sur le devant de la scène



Institut de science des matériaux de Mulhouse  
Advanced Energy Materials - Novembre 2015

Dans les années 1990, les batteries sodium-ion ont été supplantées par les batteries lithium-ion alors plus performantes. Toutefois, le lithium reste un élément coûteux, d'abondance limitée et dont l'extraction présente un lourd impact environnemental. Le sodium est quant à lui plus abondant et son exploitation moins coûteuse. Des chercheurs ont donc conjugué leurs efforts pour revisiter les batteries au sodium à l'aune du savoir-faire acquis dans la chimie du lithium. Pour optimiser les performances de ces accumulateurs sodium-ion, les scientifiques cherchent à identifier et concevoir les matériaux d'électrodes les plus efficaces. Il vient ainsi d'être montré qu'un film auto-supporté de nanofibres de carbone en guise d'anode augmente la quantité d'électricité pouvant être stockée dans ce type de batterie. Grâce à ces avancées, il y a tout à parier que les batteries au sodium reviendront bientôt sur le devant de la scène comme dispositifs fiables pour stocker et restituer l'énergie.

### Les sulfates pour des matériaux énergétiques « verts »

Des lessives en poudre aux préparations pyrotechniques, les sulfates sont des sels inorganiques d'emploi très commun. Des chercheurs ont eu l'idée d'utiliser ces sels comme comburants, sous forme de particules fines, en les combinant à une poudre d'aluminium nanométrique servant de combustible pour obtenir de nouvelles substances explosives qui se distinguent par leur chaleur de réaction élevée, leur non-toxicité et leur grande sûreté de mise en œuvre. En mélange avec des nanoparticules d'explosif secondaire, ces compositions sulfatées pourraient remplacer avantageusement les sels de plomb, azoture et styphnate, actuellement employés comme explosifs primaires dans la plupart des détonateurs.

Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes

Angewandte Chemie - Février 2015

## INNOVATION

### PRODUIRE DE L'HYDROGÈNE À PARTIR DE SOUS-PRODUITS DE LA VIGNE

L'hydrogène est souvent présenté comme un vecteur d'énergie propre car sa combustion ou sa conversion via les piles à combustible ne génère que de l'eau. Cependant, il est produit à l'heure actuelle à 95% à partir de combustibles fossiles par des procédés thermiques énergivores. A travers le projet BHFO, une équipe de l'IPHC a développé une méthode de production et d'extraction de l'hydrogène par fermentation de sous-produits de la vigne. Doté d'un bon rendement, sans production de méthane, ce procédé écologique offre une solution séduisante pour convertir les sous-produits organiques générés par la filière vitivinicole en une ressource énergétique véritablement propre. Ce projet fait l'objet d'une maturation par la SATT Conectus.

Institut pluridisciplinaire  
Hubert Curien

En collaboration avec le GMGM  
(équipe AIME) et l'Institut Universitaire  
de la Vigne et du Vin - Université de  
Bourgogne



## MATÉRIAU POUR LA SANTÉ

### Comment les nanomatériaux se dégradent-ils dans l'organisme ?

Le potentiel immense des nanomatériaux focalise l'attention des chercheurs et des industriels. Des alliages composites à la cancérologie, les applications de ces nano-objets, tels les nanotubes, sont porteurs de grands espoirs. Mais les effets de ces particules ultra-fines dans l'organisme sont encore sous-documentés. Une équipe scientifique composée de physiciens et de biologistes s'est intéressée à leur réactivité en milieu biologique. Ils ont injecté des nanotubes de carbone dans des macrophages en culture. Ces cellules « éboueurs du vivant » ont pour mission de digérer les substances étrangères présentes dans l'organisme. En produisant des molécules oxydantes, les macrophages semblent capables de dégrader les nanotubes. En effet, à leur contact, ces derniers s'effiloquent et des trous peuvent apparaître dans leur squelette carboné. Reste à évaluer l'efficacité et l'innocuité de ces mécanismes de dégradation pour développer par exemple de futurs médicaments efficaces et non toxiques.

Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé  
En collaboration avec le Laboratoire matériaux et phénomènes quantiques (Université Paris Diderot-Paris7), le Laboratoire d'immunopathologie et chimie thérapeutique (Strasbourg) et l'Institut de physique et chimie de Strasbourg  
ACS Nano - Septembre 2015

### Nouvelles perspectives pour la délivrance d'agents thérapeutiques fluorés

Élément chimique intournable, le fluor est présent dans près de 20% des molécules pharmaceutiques, notamment dans celles utilisées pour traiter les maladies d'Alzheimer, de Parkinson et certains cancers. Des chercheurs de l'ICS ont développé une méthode permettant de reconnaître et incorporer des composés fluorés dans une paroi de microbulles gazeuses, des vecteurs de médicaments au fort potentiel. Ce résultat ouvre des perspectives prometteuses pour améliorer la délivrance des molécules thérapeutiques fluorées.

Institut Charles Sadron  
Angewandte Chemie - Juin 2015

## ÉVÈNEMENT

### Le LHC, toujours plus vite

Après avoir permis de confirmer l'existence du boson de Higgs en 2013, le Grand collisionneur de hadrons (LHC) s'était accordé une cure de jouvence. En 2015, l'accélérateur de 27 km de circonférence a repris du service. Deux fois plus puissant, il génère désormais des collisions de protons à une énergie de 13 000 milliards d'électron volt (13 TeV). Cette seconde période d'exploitation offre de nouvelles opportunités pour les physiciens de l'IPHC, impliqués dans les expériences internationales CMS et ALICE, d'explorer l'infiniment petit et de répondre à bien des questions fondamentales : comment la matière et ses interactions se sont organisées juste après le Big Bang, la matière noire de l'univers est-elle due à de nouvelles particules ?

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien  
Juin 2015



↑ Le Grand collisionneur de hadrons (LHC) est le plus grand et le plus puissant accélérateur de particules du monde.

## INAUGURATION

Porté par l'excellence des recherches dans le domaine des nanosciences sur le site alsacien, les laboratoires IPCMS et ISIS se dotent de nouveaux équipements pour la caractérisation de nanostructures.

La plateforme Union est dédiée aux recherches dans les domaines de la nanophotonique, de l'optique ultra-rapide et de la plasmonique. Ces équipements rendent possible l'étude des propriétés électroniques, magnétiques et acoustiques des nanostructures grâce à de nouvelles techniques optiques et photoniques. La microélectronique du futur ou l'imagerie médicale sont parmi les domaines d'applications envisagés.

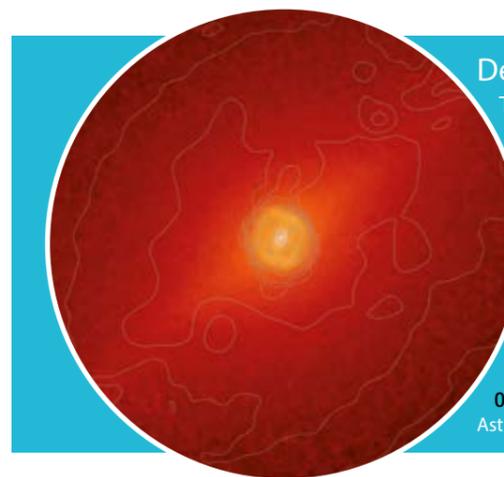
Le nouveau microscope électronique en transmission ultra rapide du projet UTEM allie résolution spatiale nanométrique et très haute résolution temporelle. Cette acquisition permet d'observer la dynamique des nano-objets (matériaux, biomolécules...) et d'identifier de nouvelles propriétés. Ce microscope sera intégré dans le réseau national de microscopie électronique du CNRS (METSAs).

Mai 2015



↑ En haut : microscope électronique en transmission avec ultra-haute résolution temporelle.  
En bas : source laser femtoseconde de haute intensité.

## UNIVERS



### Des galaxies double barres

Trois-quarts des galaxies spirales possèdent un noyau en forme de cigare, appelé « barre ». Région riche en jeunes étoiles, certaines de ces galaxies en possèdent même une seconde imbriquée dans la première. Faute de pouvoir réaliser des expériences aux échelles cosmiques, seuls les modèles numériques permettent de comprendre les phénomènes à l'œuvre dans la formation de telles galaxies. Jusqu'à présent, ces simulations échouaient à créer des galaxies à deux barres stables dans le temps. C'est désormais chose faite grâce à la contribution d'un astronome strasbourgeois. En intégrant aux paramètres du modèle le phénomène jusqu'alors négligé de formation stellaire, simulations et observations sont enfin réconciliées.

Observatoire astronomique de Strasbourg  
Astronomy & Astrophysics - Février 2015

↑ Un instant d'une simulation montrant les deux barres.

## EN BREF

### UN CATALOGUE CLASSÉ X

L'univers regorge de sources de rayons X émis par les objets célestes les plus énergétiques, tels les fameux trous noirs. Avec ses 565 962 détections, la dernière version du catalogue XMM-Newton (ESA) est la base de données de sources X la plus complète et la plus riche à ce jour. L'observatoire astronomique de Strasbourg a contribué à la réalisation de ce catalogue et le diffuse via une interface facilitant l'étude astrophysique des objets détectés.

Astronomy & Astrophysics - Avril 2015

## TERRE

### Séisme au Népal, une zone sous surveillance

Il y a 50 millions d'années, l'Inde et l'Eurasie ont débuté une collision qui se poursuit encore aujourd'hui. Cette convergence engendre d'intenses contraintes mécaniques au niveau de la chaîne himalayenne qui finissent, périodiquement, par se relâcher sous la forme de séismes. Le 25 avril 2015, le Népal a ainsi subi un puissant séisme de magnitude Mw 7.9 causant la mort de plus de 8 000 personnes. La zone sismique du front Himalayen est étudiée depuis plus de 5 ans par une équipe internationale de chercheurs comprenant des sismologues strasbourgeois. L'examen d'indices paléosismologiques et historiques laissait penser que le niveau de risque était très élevé et la région de Katmandou, proche de son seuil de rupture. Une analyse qui s'est tristement confirmée.

Institut de physique du globe de Strasbourg  
Journal of Geophysical Research : Solid Earth - Septembre 2014

## EN BREF

### NANOKIN

Le LHyGeS crée une nouvelle version de son code numérique NANOKIN, un modèle original de simulation géochimique. Son but ? Modéliser la formation de particules minérales à partir de solutions aqueuses du milieu naturel et prévoir leur évolution au cours du temps. Un outil informatique précieux pour la compréhension fine des mécanismes d'altération des roches, l'évaluation des risques de colmatage des réservoirs géothermiques ou même, en santé, les processus de calcifications pathologiques (calculs rénaux).

Journal of Colloid and Interface Science - Février 2015

### Mieux diagnostiquer les rivières polluées

Les cours d'eau subissent diverses pollutions et servent souvent d'exutoires au trop-plein d'eaux usées. Pour mieux comprendre la distribution spatiale des polluants, des chercheurs ont analysé des sédiments prélevés à différents endroits d'un sous-affluent du Rhône. Résultat : les polluants s'accumulent préférentiellement dans la zone d'interface rivière-nappe, dite hyporhéique ; particulièrement au niveau des zones d'eaux peu profondes et agitées appelées « radiers ». De quoi remettre en question les plans de suivi et de restauration des cours d'eau actuels qui négligent encore trop souvent ce type de compartiment des rivières.

Laboratoire image, ville, environnement  
Science of The Total Environment - Novembre 2015

↓ Un « radier », aussi appelé « seuil naturel », est une zone d'un cours d'eau peu profonde et turbulente, s'écoulant au-dessus de graviers ou de galets (cf milieu de la photo).



Le CNRS s'investit pleinement dans de nombreuses coopérations scientifiques internationales et fait la part belle à la diffusion des connaissances, pour aviver les curiosités et éveiller les consciences. Une autre façon de repousser les frontières de la science.

## INTERNATIONAL

### COLLABORATION INTERNATIONALE: BILAN 2015

- 2 900** Missions à l'étranger enregistrées par le CNRS pour les personnels des laboratoires de la délégation Alsace.
- 88** Pays couverts par ces missions, avec plus d'un tiers en Allemagne et en Suisse.
- 7** Laboratoires internationaux associés (LIA) en cours.
- 20** Projets internationaux de coopération scientifique (PICS) dont 9 créés en 2015.
- 3** Groupements de recherche internationaux (GDRI) en cours.
- 5** Programmes de recherche conjoints dont 1 créé en 2015.

## EUROPE



### PRIX

#### CoSADIE, un ciel virtuel à la portée de tous

Françoise Genova, directrice de recherche CNRS à l'Observatoire astronomique de Strasbourg, a reçu le trophée des Étoiles de l'Europe pour sa coordination du projet européen

CoSADIE. À l'initiative du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, ce prix récompense les chercheurs français pour leur engagement européen. « Le projet CoSADIE permet de coordonner la participation européenne au développement de l'Observatoire virtuel astronomique international », explique Françoise Genova. Il regroupe des partenaires français, allemands, britanniques, espagnols et italiens. Accessible depuis un simple ordinateur, ce « ciel virtuel » a pour ambition de permettre à tous, scientifiques, astronomes amateurs ou grand public, d'accéder à l'ensemble des données produites par les meilleurs télescopes. Tous ceux qui produisent des données peuvent les y rendre disponibles.

### Deux nouveaux services internationaux hébergés à l'EOST

En 2015, l'EOST s'est enrichie de nouvelles expertises. L'unité abrite désormais le service international des indices géomagnétiques (ISGI). Ce service de référence mondial rassemble, diffuse et veille à la fiabilité des indices d'activité géomagnétique collectés par plus d'une centaine d'observatoires disséminés sur l'ensemble de la planète. Ces données sont largement utilisées en géomagnétisme spatial, en météorologie de l'Espace ou encore pour la caractérisation des relations Soleil-Terre. L'EOST héberge également le bureau central du service des marées terrestres et de géodynamique (IGETS) de l'Association internationale de géodésie. Nouvellement créé, l'IGETS a pour mission d'archiver et distribuer de longues séries temporelles de gravité, d'inclinométrie et autres capteurs géodynamiques. Des mesures précieuses pour observer et comprendre les déformations de la Terre solide.



Nouvelle collaboration entre le Bureau Central Sismologique Français @FranceSeisme, observatoire de l'EOST et l'ONG Pompiers de l'Urgence Internationale @PompiersUrgence

### EN BREF

#### INTERREG RHIN SUPÉRIEUR V

Depuis presque 30 ans l'Union européenne soutient la coopération transfrontalière à travers les programmes Interreg. Au carrefour de la France, l'Allemagne et la Suisse, le programme Interreg Rhin Supérieur V a été lancé officiellement à l'automne 2015. 5 projets impliquant les unités CNRS ont été retenus ; les coopérations portent notamment autour de la gestion des risques, les maladies complexes et rares, les neurosciences ou encore sur les questions liées à l'environnement et la durabilité.

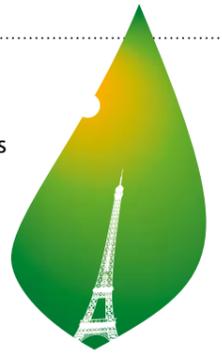
### Les projets H2020 en chiffres

- 62** Projets en cours de validation
- 19** Projets retenus

## SCIENCE ET SOCIÉTÉ

### Climat : les chercheurs se mobilisent

En décembre, la France accueillait la 21<sup>e</sup> conférence des parties de la Convention-Cadre des Nations Unies sur le changement climatique (COP 21). Ce rendez-vous politique international fût l'occasion pour le CNRS de faire entendre la voix des scientifiques et de montrer, à travers des actions grand public, l'importance, la variété et l'excellence des travaux réalisés par les équipes de recherche qui se mobilisent sur ces enjeux. En Alsace, le CNRS et le Jardin des sciences de l'Université de Strasbourg se sont associés pour proposer un cycle de 8 conférences sur le thème « L'homme face aux changements climatiques ». Des rendez-vous qui ont permis de favoriser les échanges entre les scientifiques et la société civile tout en montrant la complexité des enjeux sociaux, sanitaires, économiques et environnementaux qui conditionnent l'avenir des milieux et des sociétés dans un monde qui se réchauffe. Dans une même démarche, des chercheurs de la Zone atelier environnementale urbaine (ZAEU) rattachés au laboratoire LIVE se sont mobilisés pour organiser le Forum Climat Alsace, un colloque interdisciplinaire autour du climat. Enfin, le Guide des Humanités environnementales, dirigé par des chercheurs du SAGE, propose de s'interroger sur ces bouleversements inédits dans l'histoire de l'humanité. En rassemblant les travaux des spécialistes des Lettres et Sciences Humaines et Sociales sur la nature, cet ouvrage d'ampleur offre une réflexion en deux parties : comment penser la nature et comment vivre avec.



PARIS 2015

LA RECHERCHE SE MOBILISE POUR LE CLIMAT



### Utopies urbaines

L'exposition « La cité idéale entre le ciel et la terre » explore le concept de cité idéale à l'Antiquité. À l'aide de narrations, maquettes, projets techniques et images 3D, elle donne à voir, toucher, entendre ce qu'était une cité idéale pour les Anciens. Cette exposition a été présentée parmi les manifestations culturelles de l'Exposition Universelle de Milan de 2015. Réalisée en plusieurs langues avec de nombreux partenaires européens, elle s'inscrit dans le cadre du programme scientifique transnational « L'utopie politique et la cité idéale », porté par le laboratoire Archimède, qui étudie les relations entre les projets de cités idéales et leur transposition sur le plan politique. Les projets antiques de réforme politique, les fondations, ou projets de fondation de cités avaient-ils une dimension utopique ? Le concept d'utopie est-il applicable au monde antique ? Voilà des questions de fond qui interrogent les chercheurs impliqués dans ce programme marquant un renouveau des recherches sur l'utopie politique dans le monde antique.

↑ Gravure d'Ambrosius Holbein pour une édition d'Utopia, originellement parue en 1516. Dans ce livre fondateur de la pensée utopiste, Thomas More imagine et décrit une cité idéale pour dénoncer les injustices de son temps. Pour lui rendre hommage, l'exposition a été inaugurée à la veille du 500<sup>e</sup> anniversaire de l'ouvrage.



MILANO 2015

FEEDING THE PLANET ENERGY FOR LIFE



CPU-CNRS

### EN BREF

#### MA THÈSE EN 180 SECONDES

@MT180FR

Final régionale organisée par @CNRS et @unistra\_JDS, <http://mt180.fr>

- 1<sup>er</sup> prix du jury - Aude Chatelard, Archimède
- 2<sup>e</sup> prix du jury et prix du public - Ziad Chaker, IPCMS
- 3<sup>e</sup> prix du jury - Pierre-Brice Stahl, Archimède
- 4<sup>e</sup> prix du jury - Baptiste Revol, IS2M.

## Du laboratoire à l'industrie et à la société

Afin que les idées, les concepts et les résultats des scientifiques intègrent la sphère économique et acquièrent une valeur marchande, il est nécessaire d'accompagner les technologies dans leur développement. Une des missions du CNRS est de valoriser ces technologies en facilitant leurs transferts vers l'industrie. Intervenant à chaque étape de la chaîne de valorisation, en complémentarité avec ses filiales de valorisation (SATT Conectus en Alsace et FIST SA au national), l'établissement participe à la détection de projets innovants, aux différentes phases de maturation jusqu'au licensing et la création d'entreprise.

### FAVORISER L'INNOVATION DE RUPTURE...

En 2015, le CNRS a mis en place un nouveau dispositif national pour soutenir les toutes premières étapes de développement d'un projet scientifique émergent à fort potentiel d'innovation (TRL inférieure à 3 ; voir encart ci-dessous). Ce programme de pré-maturation se place volontairement en amont du soutien apporté par la SATT afin d'être complémentaire. Deux projets alsaciens ont été retenus :

La lutte contre le cancer est le principal champ d'application de la nanomédecine. Pour certains cancers multimétastatiques, la thérapie guidée par l'image constitue une piste pour de nouvelles stratégies thérapeutiques. Un des challenges est d'intégrer dans une sonde unique des éléments combinant imagerie spécifique des cellules cancéreuses et thérapie. Les scientifiques de l'IPCMS portent le projet Dendridiag qui vise à développer ces nanovecteurs théranostiques, en alliant compétences en chimie moléculaire et chimie des matériaux. Le financement de pré-maturation offre l'opportunité d'optimiser la technologie des sondes et de développer des expériences *in vitro* et *in vivo* pour démontrer leur efficacité quant au ciblage actif de cellules tumorales.

Les neurotoxiques organophosphorés (NOP) provoquent via l'inhibition de l'acétylcholinestérase des atteintes du système nerveux central et périphérique graves, avec une détresse respiratoire mortelle. Lors d'empoisonnements accidentels par NOP (pesticides), ou lors d'attaques terroristes par NOP de guerre, les antidotes actuels ne sont que partiellement efficaces. Dans le projet Reactivator, des chercheurs de l'ICPEES et de l'Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA) ont identifié de nouvelles molécules d'intérêt thérapeutique. Elles montrent une très bonne efficacité *in vitro* pour un large spectre de NOP et la capacité de passer la barrière hémato-encéphalique pour une protection du système nerveux central. La phase de pré-maturation permet de poursuivre les investigations *in vivo* sur un modèle murin.

### ... ET ACCOMPAGNER VERS LA MISE SUR LE MARCHÉ

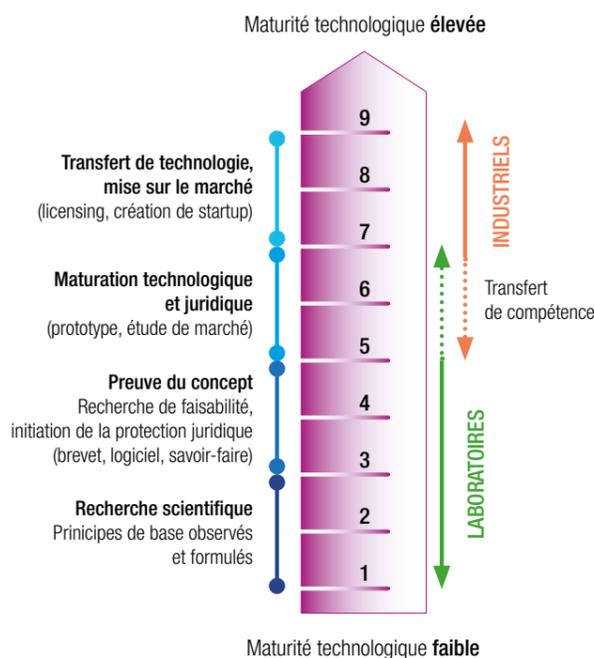
La valorisation économique d'une technologie se traduit par la concession d'une licence d'exploitation octroyée à une société existante ou à une start-up issue du laboratoire concerné.

Ainsi en 2015, la société Sport Contrôle, experte dans les tests d'équipements sportifs sur le corps humain et la santé, a signé une licence d'exploitation pour le développement d'un nouveau système de casque de protection pour cyclistes. Cette technologie imaginée et brevetée par le laboratoire ICube s'appuie sur leur expertise en simulation numérique et biomécanique.

L'objectif principal de la start-up RiboStruct consiste à cibler le ribosome humain pour le traitement des maladies génétiques quand elles sont causées par des mutations non-sens. Ce type de mutation conduit à la synthèse d'une protéine tronquée qui, quand elle est non-fonctionnelle, provoque la maladie. La start-up s'appuie sur l'expertise des chercheurs de l'IGBMC au savoir-faire indéniable en matière de cristallisation et d'étude du fonctionnement du ribosome eucaryote.

### ÉCHELLE TRL

Système de mesure qui traduit le niveau de maturation d'une technologie du laboratoire vers sa mise sur le marché. Graduée de 1 à 9, elle apporte dans le cycle de valorisation un référentiel commun aux différents acteurs impliqués tels qu'organismes publics, universités ou entreprises. Pour le développement et le transfert d'une innovation, c'est un outil d'aide à la gestion de l'innovation (financier, juridique, management).



### PRIX

### Innovation : le NS3E distingué

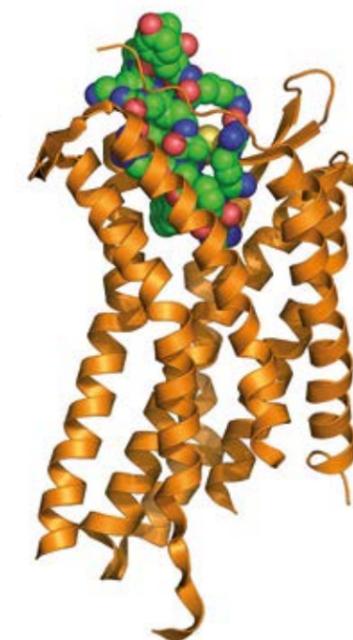
Les chercheurs du laboratoire Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes (NS3E) ont reçu le trophée *Innovation Awards* de la société MBDA, entreprise de la défense. Ce prix récompense les brevets les plus prometteurs de l'année écoulée. L'invention primée concerne le domaine des compositions énergétiques, en particulier celles intégrées dans les systèmes pyrotechniques utilisés par l'industrie spatiale ou militaire. Les composés employés étant extrêmement réactifs, se prémunir de toute activation accidentelle constitue une nécessité absolue. Les scientifiques ont ainsi développé un mélange énergétique formé de poudres nanostructurées individuellement inertes. Seul un champ magnétique peut initier le mélange de ces éléments et déclencher l'activation de la chaîne pyrotechnique. Une avancée majeure vers plus de sécurité.

### INNOVATION-MALADIES RARES

### Syndrome WHIM : Chalcone 4, molécule orpheline

Le syndrome WHIM\* est une maladie héréditaire rare – en 2014, elle touchait moins de 100 personnes dans le monde – où le système immunitaire dysfonctionne. Les cellules immunitaires produites au niveau de la moelle osseuse ne sont pas libérées correctement dans la circulation sanguine. La capacité de l'organisme à se défendre contre les agressions extérieures est ainsi compromise. Les patients présentent un faible taux de lymphocytes (ou globules blancs) et développent des infections bactériennes et virales à répétition. À long terme, cette maladie est invalidante car elle entraîne une dégradation de la qualité de vie et augmente le risque de cancer. Actuellement, aucun traitement n'est efficace contre ce syndrome ; seuls les symptômes sont soulagés. Une équipe de chercheurs du BSC travaille sur la molécule d'intérêt Chalcone 4 comme voie de traitement à cette pathologie. Dans un modèle animal du syndrome WHIM, ils ont démontré que cette molécule permet une restauration du niveau normal des lymphocytes circulant dans le sang. La désignation orpheline de Chalcone 4 permet de lui conférer un statut spécial. Bien qu'elle ne garantisse pas l'autorisation de mise sur le marché, l'obtention de cette reconnaissance constitue un atout considérable pour faciliter le développement d'un médicament et bénéficier d'une assistance technique et juridique pour poursuivre les recherches. Il s'agit d'une mesure incitative au développement de nouveaux médicaments pour les maladies ne touchant pas plus de 5 personnes sur 10 000 dans la communauté européenne. Avec Chalcone 4 – deuxième désignation orpheline obtenue – le CNRS consolide son intérêt dans le domaine des maladies rares.

\* Warts Hypogammaglobulinemia Infections Myelokathexi



↑ Les patients souffrant du syndrome WHIM présentent une mutation du gène du récepteur CXCR4 (représenté en doré). Sous l'action de la chimiokine CXCL12 (boules colorées), ce récepteur déficient devient hyperactif, empêchant le passage des globules blancs de la moelle vers les vaisseaux. En se liant à la protéine chimiokine CXCL12, la molécule Chalcone 4 empêche l'activation du récepteur et permet aux cellules immunitaires d'être libérées dans la circulation sanguine.

### EN BREF

#### LES ONDES 4G EN QUESTIONS

Des chercheurs du LNCA pilotent un projet de recherche inédit et innovant qui consiste à étudier, chez le rat jeune, adulte et âgé, l'effet d'une exposition chronique aux ondes électromagnétiques 4G sur la formation et la persistance d'un souvenir spatial. Les effets de ce type de signal sont encore peu explorés par la communauté scientifique. Financé par l'ANSES, en partenariat avec la fondation IT'IS à Zürich, le laboratoire s'est doté d'un nouvel équipement permettant une exposition homogène aux ondes et le contrôle précis de la dosimétrie. La clé pour mener des tests reproductibles et donc obtenir des données fiables.

#### VOIR LA LUMIÈRE SE DÉPLACER

Après 4 années de recherche, une équipe d'ICube a créé une caméra vidéo capable de capturer l'équivalent de 100 milliards d'images par seconde. De quoi remplir un disque dur actuel de 1 To en seulement 1 milliseconde ! Baptisé OptoPIC, cet instrument unique au monde a été développé en étroite collaboration avec les sociétés PHOTONIS B.V (Pays-Bas) et Montena (Suisse) et est aujourd'hui commercialisé par la société Optronis GmbH sous licence d'exploitation. À même de filmer le déplacement de la lumière en réalisant des ralentis extrêmes, cette caméra pourrait trouver de nombreuses applications dans les domaines de l'imagerie ultrarapide.

#### TERPFACTORY

L'IBMP et la société Plant Advanced Technologies-SA (PAT) s'associent dans le cadre du projet TerpFactory, premier LabCom financé par l'ANR dans le domaine du végétal. Leur objectif ? Faire produire par un hôte végétal ou microbien, un puissant anti-inflammatoire de la famille des terpènes issu d'une espèce végétale en voie d'extinction. En alliant leurs compétences, les deux partenaires entendent élucider la voie de biosynthèse de cette molécule d'intérêt pour développer les outils biotechnologiques permettant sa production à grande échelle.

# LISTE DES LABORATOIRES

AU 01/01/2016

Les résultats scientifiques présentés dans cette brochure sont issus des recherches menées dans les laboratoires liés au CNRS, en coopération avec les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, organismes de recherche nationaux et internationaux ou entreprises partenaires. Ces résultats ont pour la plupart fait l'objet de communiqués de presse, d'actualités sur les sites des instituts scientifiques et de la délégation Alsace du CNRS ou encore d'articles dans CNRS le journal ([lejournal.cnrs.fr](http://lejournal.cnrs.fr))

- Retrouvez les actualités scientifiques sur [alsace.cnrs.fr](http://alsace.cnrs.fr)
- Consultez les sites des laboratoires du CNRS en Alsace :

## INSB

- **Architecture et réactivité de l'ARN** (ARN, CNRS) - [www-ibmc.u-strasbg.fr/arn](http://www-ibmc.u-strasbg.fr/arn)
- **Biotechnologies et signalisation cellulaire** (BSC, CNRS/Unistra) - [irebs.cnrs.fr](http://irebs.cnrs.fr)
- **Centre d'investigations neurocognitives et neurophysiologiques** (CI2N, CNRS/Unistra) - [ci2n.fr](http://ci2n.fr)
- **Centre de neurochimie** (CNRS) - [inci.u-strasbg.fr/fr/ups.html](http://inci.u-strasbg.fr/fr/ups.html)
- **Chronobiotron** (CNRS/Unistra) - [chronobiotron.u-strasbg.fr](http://chronobiotron.u-strasbg.fr)
- **Génétique moléculaire, génomique et microbiologie** (GMGM, CNRS/Unistra) - [gmgm.unistra.fr](http://gmgm.unistra.fr)
- **Immunopathologie et chimie thérapeutique** (ICT, CNRS) - [www-ibmc.u-strasbg.fr/ict](http://www-ibmc.u-strasbg.fr/ict)
- **Institut de biologie moléculaire et cellulaire** (IBMC, CNRS) - [www-ibmc.u-strasbg.fr](http://www-ibmc.u-strasbg.fr)
- **Institut de biologie moléculaire des plantes** (IBMP, CNRS) - [ibmp.cnrs.fr](http://ibmp.cnrs.fr)
- **Institut de génétique et de biologie moléculaire et cellulaire** (IGBMC, CNRS/Inserm/Unistra) - [igbmc.fr](http://igbmc.fr)
- **Institut des neurosciences cellulaires et intégratives** (INCI, CNRS) - [inci.u-strasbg.fr](http://inci.u-strasbg.fr)
- **Laboratoire de biophotonique et pharmacologie** (LBP, CNRS/Unistra) - [www-lpb.unistra.fr](http://www-lpb.unistra.fr)
- **Laboratoire de neurosciences cognitives et adaptatives** (LNCA, CNRS/Unistra) - [lnca.fr](http://lnca.fr)
- **Plateforme de chimie biologique intégrative de Strasbourg** (PCBIS, CNRS/Unistra) - [pcbis.fr](http://pcbis.fr)
- **Réponse immunitaire et développement chez les insectes** (Ridi, CNRS) - [www-ibmc.u-strasbg.fr/ridi](http://www-ibmc.u-strasbg.fr/ridi)

## INC

- **Chimie de la matière complexe** (CMC, CNRS/Unistra) - [complex-matter.unistra.fr](http://complex-matter.unistra.fr)
- **Institut Charles Sadron** (ICS, CNRS) - [ics-cnrs.unistra.fr](http://ics-cnrs.unistra.fr)
- **Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé** (CPPEES, CNRS/Unistra) - [icpees.unistra.fr](http://icpees.unistra.fr)
- **Institut de chimie de Strasbourg** ([institut-chimie.unistra.fr](http://institut-chimie.unistra.fr))
- **Institut de science des matériaux de Mulhouse** (IS2M, CNRS/UHA) - [is2m.uha.fr](http://is2m.uha.fr)
- **Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires** (ISIS, CNRS/Unistra) - [isis.unistra.fr](http://isis.unistra.fr)
- **Laboratoire de chimie moléculaire** (CNRS/Unistra) [ecpm.unistra.fr/recherche/laboratoire-de-chimie-moleculaire-umr-7509](http://ecpm.unistra.fr/recherche/laboratoire-de-chimie-moleculaire-umr-7509)
- **Laboratoire de conception et application de molécules bioactives** (CAMB, CNRS/Unistra) - [camb.cnrs.fr](http://camb.cnrs.fr)
- **Laboratoire d'innovation thérapeutique** (LIT, CNRS/Unistra) - [medchem.unistra.fr](http://medchem.unistra.fr)
- **Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes** (NS3E, CNRS/Unistra /ISL) - [ns3e.cnrs.fr](http://ns3e.cnrs.fr)

## INSHS

- **Archéologie et histoire ancienne : Méditerranée et Europe** (Archimède, CNRS/Unistra) - [archimede.unistra.fr](http://archimede.unistra.fr)
- **Bureau d'économie théorique et appliquée** (BETA, CNRS/Unistra/Université de Lorraine) [beta-umr7522.fr](http://beta-umr7522.fr)
- **Droit, religion, entreprise et société** (DRES, CNRS/Unistra) - [dres.misha.cnrs.fr](http://dres.misha.cnrs.fr)
- **Dynamiques européennes** (DynamE, CNRS/Unistra) - [dynamie.unistra.fr](http://dynamie.unistra.fr)
- **L'Europe en mutation : histoire, droit, économie et identités culturelles** (CNRS/Unistra) - [europa-cnrs.unistra.fr](http://europa-cnrs.unistra.fr)
- **Maison interuniversitaire des sciences de l'Homme Alsace** (Misha, CNRS/Unistra) - [misha.fr](http://misha.fr)
- **Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe** (Sage, CNRS/Unistra) - [sage.unistra.fr](http://sage.unistra.fr)

## INSU

- **Ecole et observatoire des sciences de la Terre** (EOST, CNRS/Unistra) - [eost.unistra.fr](http://eost.unistra.fr)
- **Institut de physique du globe de Strasbourg** (IPGS, CNRS/Unistra) - [ipgs.unistra.fr](http://ipgs.unistra.fr)
- **Laboratoire d'hydrologie et de géochimie de Strasbourg** (LHyGeS, CNRS/Unistra) - [lhyges.unistra.fr](http://lhyges.unistra.fr)
- **Observatoire astronomique de Strasbourg** (CNRS/Unistra) - [astro.unistra.fr](http://astro.unistra.fr)

## INSMI

- **Institut de recherche mathématique avancée** (Irma, CNRS/Unistra) - [www-irma.u-strasbg.fr](http://www-irma.u-strasbg.fr)

## INSIS-INS2I

- **Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie** (ICube, CNRS/Unistra/Engees/Insa) - [icube.unistra.fr](http://icube.unistra.fr)

## IN2P3

- **Institut pluridisciplinaire Hubert Curien** (IPHC, CNRS/Unistra) - [iphc.cnrs.fr](http://iphc.cnrs.fr)

## INEE

- **Laboratoire image, ville, environnement** (LIVE, CNRS/Unistra) - [live.unistra.fr](http://live.unistra.fr)

## INP

- **Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg** (IPCMS, CNRS/Unistra) - [ipcms.unistra.fr](http://ipcms.unistra.fr)

## LES DIX INSTITUTS DU CNRS

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

## LISTE DES SIGLES

### CNRS

DIRE : direction de l'innovation et des relations avec les entreprises du CNRS  
INIST : institut de l'information scientifique et technique  
OMES : observatoire des métiers et de l'emploi scientifique  
SAP2S : service d'appui à la politique et à la prospective scientifiques

### SERVICES DE LA DÉLÉGATION ALSACE

SFC : service financier et comptable  
SPV : service partenariat et valorisation  
STL : service technique et logistique

MESR : ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

SATT : société d'accélération de transfert de technologies

## CRÉDITS PHOTOS

<b>Couverture</b>	© Thomas Regnault - IBMP
<b>Page 3</b>	© Nicolas Busser - IPHC
<b>Page 4</b>	© CNRS Photothèque - Cyril Frésillon © IGBMC © Nicolas Busser - IPHC © Duc-Anh Le - BETA
<b>Page 5</b>	© Catherine Schröder - Unistra © Stadler - Région Grand Est
<b>Page 6</b>	© Jing Hou - GMGM
<b>Page 7</b>	© Yaser Hashem - ARN © Daniel Metzger - IGBMC
<b>Page 8</b>	© CNRS Photothèque - Hubert Raguét
<b>Page 9</b>	© Jean-François Nierengarten - LCM © Viktoria Postupalenko - CAMB
<b>Page 10</b>	© Sandra Noir, Pascal Genschik - IBMP © CNRS Photothèque - Cédric Sueur, Marie Pelé
<b>Page 11</b>	© Amandine Ramos - IPHC © Olivier Fély - CNRS © CCNR © Véronique Villanueva © Cemosis, LNCMI
<b>Page 12</b>	© Jean-François Lutz - ICS © Mir Wais Hosseini, Sylvie Ferlay - CMC
<b>Page 13</b>	© Gad Fuks, Nicolas Giuseppone, Mathieu Lejeune - ICS © Vincent Guilly - CEA © Barbara Ernst - IPHC
<b>Page 14</b>	© Maximilien Brice - CERN © IPCMS
<b>Page 15</b>	© Hervé Wozniak Observatoire astronomique de Strasbourg © Laurent Schmitt - LIVE
<b>Page 16</b>	© Jean-Marie Hameury Observatoire astronomique de Strasbourg © Pascal Robert - OTELo CNRS Photothèque
<b>Page 19</b>	© NIGMS © The GPCR Network



**CNRS**  
**Délégation Alsace**

23 rue du Loess  
67037 Strasbourg cedex 2

T 03 88 10 63 01  
F 03 88 10 60 95

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

