

**2015, une année  
avec le CNRS  
en Midi-Pyrénées**



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

## CNRS

Délégation Midi-Pyrénées  
16, avenue Édouard Belin  
BP 24367  
31055 TOULOUSE Cedex 4  
T 05 61 33 60 00

# 2015, une année avec le CNRS en Midi-Pyrénées

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

## PHOTO DE COUVERTURE

Cellules au format "pile bouton", pour le test  
de matériaux de batteries sodium-ion (Na-ion),  
déposées sur du sel (NaCl). Ces matériaux se  
présentent sous forme de poudres.

Direction de la publication	Christophe Giraud
Direction de la rédaction	Catherine Dematteis
Rédaction en chef et coordination	Laure Vayssettes
Rédaction	Béatrice Chatel Catherine Dematteis Morgane Gibert Valeria Medina Dominique Morello Alexandre Papin Fleur Olganier Laure Vayssettes
Conception graphique	Conception graphique de Sarah Landel Déclinaison régionale par Laure Vayssettes
Ont collaboré	Christophe Chaumier Sylvie Roques Jean-Paul Swerts Laurent Vézinhet Emmanuel Vialan
Dépôt légal ISSN Imprimeur	En cours 2119-713X Equinox

## CRÉDITS PHOTOS

Couverture	© Pierre-Louis Taberna/CIRIMAT
Page 1	© Frédéric Maligne
Pages 4-5	© Carole Bruxelles © Sébastien Chastanet © Virginie Fraisse
Page 6	© David Grémillet
Page 7	© Sébastien Chastanet/LNCMI/CNRS
Photothèque	
Page 8	© Arekusu
Page 9	© NASA_JPL
Page 10	© Peter van der Sleen
Page 11	© Amaury Laporte
Page 12	© Jean-Philippe Girard/Univ.Toulouse/ IPBS/CNRS Photothèque
Page 13	© Laurent Deslandes
Page 14	© Maria Kokh - Thierry Aigouy
Page 15	© Pierre Jacquet/CEA
Page 16	© LAAS-CNRS
Page 18	© Adèle Vanot/CNRS Photothèque
Page 20	© CNRS Midi-Pyrénées



**Christophe Giraud,  
délégué régional du CNRS  
en Midi-Pyrénées**

Cette nouvelle édition du bilan « 2015, une année avec le CNRS en Midi-Pyrénées » vous propose un panorama des très belles avancées scientifiques réalisées par les laboratoires du CNRS dans la région.

Je prends ici plaisir à revenir sur quelques-uns des faits marquants dont la presse s'est largement faite l'écho :

Dans le domaine de l'énergie, une équipe française, dont des chercheurs du Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux, a développé la première batterie utilisant des ions sodium au format « 18650 », un format industriel standard, avec comme principal avantage d'utiliser un élément beaucoup plus abondant et moins coûteux que le lithium. Dotée de performances comparables aux batteries lithium-ion, cette nouvelle technologie intéresse les industriels et pourrait permettre le stockage d'énergies.

En novembre, la Maison des sciences de l'Homme et de la société de Toulouse accueillait le colloque international « Infrastructures du numérique » pour aborder les questions des nouvelles collaborations scientifiques autour des humanités numériques. Pour les professionnels publics et privés réunis, les données économiques, sociales et patrimoniales constituent en effet un enjeu d'importance.

Dans le domaine de la santé, à partir de travaux de recherche menés au Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS, une innovation technologique significative a permis de concevoir un appareil unique capable à la fois de séparer les composants d'un échantillon biologique et de les concentrer, le tout avec des temps de protocole très réduits.

J'invite nos lecteurs à découvrir d'autres « belles histoires » en matière de valorisation et d'innovation dans les pages dédiées de notre brochure.

Ces exemples montrent bien à quel point il est nécessaire de préserver et de favoriser le temps long nécessaire à la recherche, la liberté d'initiative, la complémentarité des métiers et d'encourager l'engagement des acteurs de la science, sans lesquels l'avancée des connaissances et la valorisation des recherches ne seraient pas possible.

Je suis persuadé que vous trouverez un grand plaisir à découvrir ou redécouvrir la richesse, la variété et la qualité des travaux menés dans nos laboratoires en Midi-Pyrénées.

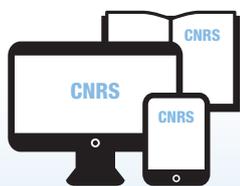
## LE MOT D'ALAIN FUCHS

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 Midi-Pyrénées  
au 31/12/2015



**2750**  
publications  
par an en moyenne

sur la période 2013-2014  
dont près de la moitié est cosignée  
avec au moins

**un laboratoire  
étranger**

Source : données SCI Expanded --CPCI-S  
(Thomson Reuters) – traitement CNRS /  
SAP2S et INIST

**282**  
millions  
d'euros  
de budget

en 2015

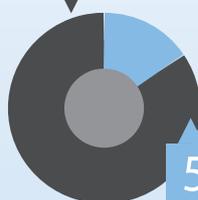


Source : CNRS  
Midi-Pyrénées

dont  
**87,6 millions**  
d'euros  
financés sur ressources  
propres

**60**  
unités  
de recherche  
et de service

**55**  
unités de recherche



**5**  
unités de service



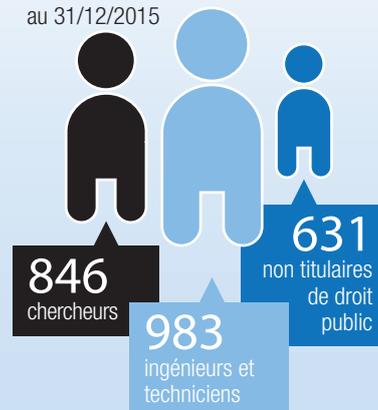
**92%**

des unités de recherche et de  
service sont en partenariat avec  
des établissements d'enseignement  
supérieur et de recherche

Source : Source : Labintel au 31/12/2015 -  
traitement SAP2S

**2460**  
personnels

au 31/12/2015



Source : Zento



**290**  
brevets  
en portefeuille, dont  
**33**  
nouveaux  
déposés en 2015

**93**  
licences  
au 31/12/2015

**2**  
start-up  
créées en 2015

Source : SPV - CNRS Midi-Pyrénées

# SOMMAIRE



5

pôles de  
compétitivité

présents dans la région

15

écoles  
doctorales

Source : Université Fédérale Toulouse  
Midi-Pyrénées

4

Les talents

6

Temps forts scientifiques  
et institutionnels



9

Univers



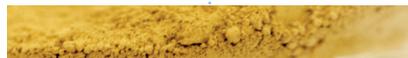
10

Terre et environnement



12

Vivant



14

Matière



16

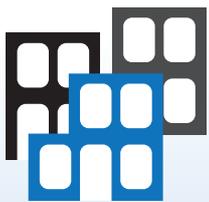
Sociétés et numérique

18

Innovation et partenariats

20

Sciences dans la société



67950

mètres carrés

de patrimoine immobilier réparti sur

7

sites

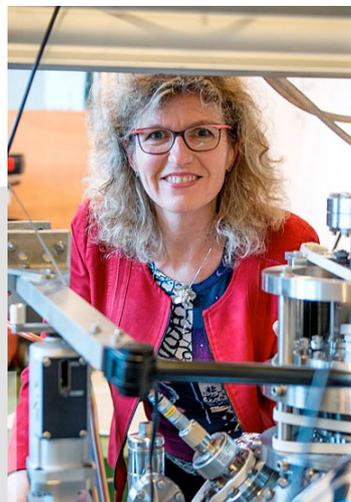
Source : SAIL - CNRS Midi-Pyrénées

En 2015 en Midi-Pyrénées, cinq personnes ont été distinguées par les médailles du CNRS. Deux lauréats ont reçu la médaille d'argent, deux la médaille de bronze et une lauréate la médaille de cristal. D'autre part, cinq chercheurs ont également reçu des bourses du Conseil européen de la recherche (ERC).



talents du cnrs

médaille d'or / médaille de l'innovation /  
médaille d'argent / médaille de bronze /  
médaille de cristal



## Médailles d'argent

La médaille d'argent du CNRS distingue un-e chercheur-se pour l'originalité, la qualité et l'importance de ses travaux, reconnus sur le plan national et international.

### CHRISTINE JOBLIN

Au sein de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie, Christine Joblin, directrice de recherche CNRS, étudie les grandes molécules carbonées d'intérêt astrophysique, les hydrocarbures aromatiques polycycliques. Elle s'intéresse notamment à leur rôle dans l'évolution des objets astrophysiques en particulier dans les régions de formation d'étoiles. Pour mieux comprendre ces processus, elle a mis au point un dispositif expérimental en laboratoire qui permet de tester la composition des milieux astrophysiques et des processus physico-chimiques en jeu dans leur évolution.

### PATRICE SIMON

Patrice Simon, professeur à l'Université Toulouse III - Paul Sabatier, mène des recherches visant à développer de nouveaux matériaux pour le stockage électrochimique de l'énergie. Au Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux, il travaille notamment sur la synthèse de carbones nanostructurés capables de stocker des ions qui sont utilisés dans les supercondensateurs. Ces derniers se rechargent très rapidement et sont capables de produire en quelques secondes un courant puissant. Les supercondensateurs sont par exemple utilisés pour récupérer l'énergie de freinage des tramways ou dans le système de stockage d'énergie électrique des éoliennes.

## Médailles de bronze

La médaille de bronze récompense le premier travail d'un-e chercheur-se, qui fait de lui un spécialiste de talent dans son domaine. Cette récompense représente un encouragement du CNRS à poursuivre des recherches bien engagées et déjà fécondes.

### LAURENT BRUXELLES

Comment le paysage s'est-il mis en place, dans quel contexte les hommes l'ont-ils occupé, quel a été leur impact sur l'évolution du paysage ? Laurent Bruxelles, chargé d'opérations et de recherches de l'Institut national de recherches archéologiques préventives au laboratoire Travaux et recherches archéologiques sur les cultures, les espaces et les sociétés, s'intéresse à l'histoire des paysages et leur lien avec les activités humaines. En Afrique du Sud, il a notamment participé à dater l'australopithèque Little Foot en reconstituant l'histoire géologique de la grotte où il fut découvert.



### NICOLAS MANSARD

Au sein du Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS, Nicolas Mansard, chargé de recherche CNRS, cherche à établir des méthodes qui permettent d'animer les mouvements de robots complexes, comme par exemple des robots humanoïdes. Il travaille également sur des recherches plus fondamentales, en étudiant notamment les schémas théoriques permettant de modéliser les mouvements des systèmes polyarticulés complexes réels, artificiels ou virtuels (êtres humains, robots, avatars virtuels).



# Médaille de cristal

La médaille de cristal du CNRS distingue des ingénieurs-es, des techniciens-nes et des administratifs-ves. Elle récompense celles et ceux qui, par leur créativité, leur maîtrise technique et leur sens de l'innovation, contribuent aux côtés des chercheurs à l'avancée des savoirs et à l'excellence de la recherche française.

## CÉLINE ROZIER

Dès son arrivée à l'Institut de mathématiques de Toulouse en 2010, Céline Rozier, ingénieure de recherche CNRS, a restructuré le pôle administratif de ce laboratoire d'environ 300 personnes. Aujourd'hui, elle gère ce pôle entourée de treize personnes. Par ailleurs, elle a également piloté la mise en place administrative et financière du Centre international de mathématique et d'informatique (LabEx CIMI) qui implique 450 chercheurs.



## Les bourses du Conseil européen de la recherche

En 2015, le Conseil européen de la recherche (ERC) a distingué cinq chercheurs de Midi-Pyrénées à travers deux bourses *Consolidators* et trois bourses *Advanced*.

### Advanced

Les financements *Advanced Grant* permettent à des chercheurs-ses à la réputation établie de mener des projets novateurs à haut risque qui ouvrent de nouvelles voies dans leur discipline ou dans d'autres domaines.

#### BRUNO JULLIEN

Le projet « ISECO » de Bruno Jullien, directeur de recherche CNRS à Toulouse School of Economics Research, a pour objectif de promouvoir la connaissance de l'économie des services d'information, en particulier sur Internet, en étudiant les interactions entre les agents impliqués dans la production et l'échange d'informations.

---

#### JEAN-BERNARD LASSERRE

Le projet « TAMING » de Jean-Bernard Lasserre, directeur de recherche CNRS au Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS, vise à résoudre des problèmes d'optimisation considérés comme trop complexes pour une résolution « efficace » en utilisant une méthode qui remplace le problème initial difficile par une suite de problèmes de taille croissante que l'on sait résoudre.

---

#### MICHEL LOREAU

Le projet « BIOTASES » de Michel Loreau, directeur de recherche CNRS à la Station d'écologie théorique et expérimentale, propose différents modèles permettant d'élaborer des signaux avant-coureurs des changements critiques, de prédire la stabilité des écosystèmes et les relations entre diversité et stabilité à différentes échelles.

### Consolidators

Les bourses *Consolidator Grant* financent des projets de recherche exploratoire, portés par des chercheurs-ses d'excellence ayant entre 7 à 12 ans d'expérience.

#### CÉDRIC FÉVOTTE

Le projet « FACTORY » de Cédric Févotte, directeur de recherche CNRS à l'Institut de recherche en informatique de Toulouse, a pour ambition de développer une nouvelle méthode pour l'analyse des données matricielles.

---

#### BENOÎT PUJOL

Le projet « ANGI » de Benoît Pujol, chargé de recherche CNRS au laboratoire Évolution et diversité biologique, vise à comprendre le rôle de l'hérédité non génétique dans les processus adaptatifs, notamment chez les plantes sauvages.



# TEMPS FORTS SCIENTIFIQUES ET INSTITUTIONNELS

## MESURER LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

**En 2015, plus que jamais, mesurer l'impact du changement climatique sur notre environnement est devenu une priorité. Les impacts sur la faune et la flore ont été étudiés, avec parfois de surprenants constats sur la capacité d'adaptation de certaines espèces. De nombreux modèles climatiques ont également gagné en précision permettant de meilleures prédictions à court, moyen et long terme des conséquences du dérèglement climatique.**

La Station d'écologie théorique et expérimentale (SETE) a participé à un travail sur l'impact de la fragmentation des paysages en parcelles, souvent due à la déforestation, notamment sur les parcelles les plus petites et isolées. Sur trois ans, une réduction du recyclage de matière organique et une baisse de 13 à 75% de la biodiversité ont été observées. Les scientifiques prédisent aggravation et accélération de ces phénomènes à l'échelle d'une vingtaine d'années. De leur côté, le Centre national de recherches météorologiques (CNRM), le Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS) et deux laboratoires espagnols ont développé le modèle climatique de la mer Méditerranée le plus complet à ce jour. C'est la première fois que tant de paramètres, notamment socio-économiques, sont pris en compte à l'échelle régionale. Le modèle prédit un réchauffement de 2 à 4°C des eaux de surface d'ici à 2100.

D'autre part, les études scientifiques réalisées en 2015 incluent également certaines conséquences du changement climatique sur la faune. Les chercheurs du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (EcoLab), du laboratoire Littoral environnement et sociétés et du LEGOS se sont intéressés au mergule nain, oiseau le plus commun d'Arctique et bioindicateur de choix. Se nourrissant habituellement de zooplancton à plus de 70 km au large, il se rapproche aujourd'hui très près des côtes, où les eaux de fonte des glaciers favorisent la présence des petits crustacés. Ceux-ci ont déserté le large avec la fonte des glaces de mer qui permettaient leur survie. Par ailleurs, pour la première fois au Métatron de SETE, siège d'études contrôlées des effets du climat sur les écosystèmes, une équipe incluant des chercheurs du laboratoire Évolution et diversité biologique (EDB) a testé les conséquences d'une élévation de température de 2°C sur des lézards vivipares. Les cages plus chaudes ont engendré une reproduction plus précoce et une croissance plus rapide des petits, mais aussi une mortalité accrue des adultes. Dans le même temps, la migration de certains reptiles plus sensibles à la chaleur vers des cages tempérées a été observée, montrant une réelle capacité d'adaptation de cette espèce.

### Des modèles climatiques en constante évolution

Les processus naturels peuvent-ils pallier au dérèglement climatique anthropique dont l'Homme est le principal responsable ? C'est la question à

laquelle les scientifiques cherchent à répondre à travers l'amélioration constante de leurs modèles climatiques. Les résultats du CNRM confirment que la variabilité naturelle du Pacifique tropical joue un rôle majeur dans le ralentissement du réchauffement climatique prédit par leur modèle pour la période 1998-2012. Le débat sur l'existence d'autres contributions est toutefois relancé. En outre, une analyse spectrale inédite impliquant des chercheurs du laboratoire Géosciences environnement Toulouse a permis de mettre en évidence un facteur orbital de 9 millions d'années qui aurait temporisé la dynamique saisonnière du climat entre le Jurassique et le Crétacé. De plus, pour une équipe internationale de géochimistes et de paléoclimatologues, parmi lesquels des chercheurs d'EcoLab, l'intensification du régime des vents dominants de l'hémisphère sud aurait favorisé le transport de grandes quantités de poussières dans l'atmosphère, au moment où s'achevait la dernière période glaciaire. Enfin, des chercheurs du LEGOS ont participé à la mise en exergue de deux régimes, moyen et fort, du phénomène El Niño, ainsi qu'à la détermination de son seuil de déclenchement. Leur modèle prédictif inclut les non-linéarités océaniques et atmosphériques du phénomène. Le modèle dévoile que si la surface du Pacifique atteint 27,5°C et si l'anomalie de température avec les eaux profondes dépasse les 1,6°C, alors le régime fort d'El Niño se déclenche. Tous ces travaux sont un pas supplémentaire vers la compréhension des réactions de notre planète au chamboulement climatique, et ce à toutes les échelles.





L'année qui a vu se tenir à Paris la 21e Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP 21), a permis de nombreuses actions concernant le climat, notamment en région Midi-Pyrénées. Le 13 octobre 2015, le train du climat, paré d'une exposition réalisée à partir de la photothèque du CNRS, s'est arrêté à Toulouse. Cette initiative de trois scientifiques toulousains, de la SNCF et du collectif de scientifiques « Les messagers du climat » a fait un tour de France du 6 au 25 octobre pour rendre accessibles au plus grand nombre enjeux, impacts et solutions concrètes existantes en faveur de la lutte contre le dérèglement climatique.

Le CNRS et le Museum de Toulouse ont, quant à eux, organisé un « Kiosque-actu » le 6 décembre.

Le public a pu faire le point avec des scientifiques toulousains des recherches sur le climat d'hier et d'aujourd'hui, le réchauffement climatique anthropique et ses impacts sur les humains et les biodiversités terrestre et marine. Cette journée a accueilli plus de 1300 visiteurs et les deux événements ont reçu le label COP21.

## Laboratoire national des champs magnétiques intenses

### De nouvelles installations pour atteindre les 100 teslas

Le Laboratoire national des champs magnétiques intenses (LNCMI) de Toulouse a inauguré le 15 octobre 2015 de nouvelles installations lui permettant de rivaliser avec les laboratoires américains, chinois, japonais et allemands dans la course au champ magnétique de 100 teslas.

Les champs magnétiques permettent l'étude et le développement de matériaux supraconducteurs qui rendent possible le transport de l'électricité sans perte et qui pourraient conduire à des avancées majeures dans le stockage et le transport d'énergie. Une compétition internationale oppose aujourd'hui cinq laboratoires à travers le monde, chacun cherchant à réaliser le champ magnétique le plus performant, aussi bien en termes d'intensité qu'en durée. Le LNCMI se positionne actuellement au troisième rang mondial des records absolus de champ magnétique pulsé non destructif (avec un aimant réutilisable), derrière les laboratoires de Los Alamos aux États-Unis et de Dresde en Allemagne.

En juillet 2015, le LNCMI a déjà fait un bond dans la course avec la réalisation d'un aimant générant un champ magnétique pulsé de 90,6 teslas. Ce nouvel aimant offre des impulsions de très longue durée, 9,1 millisecondes pour des champs au-delà de 80 teslas, ce qui constitue une nouvelle référence mondiale et permet d'effectuer des expériences physiques dans des conditions inégalées. Pour maintenir sa position d'excellence et faire face à la compétition mondiale, le LNCMI de Toulouse doit continuer à améliorer ses infrastructures, son installation technique et l'instrumentation scientifique autour de ses bobines.

Ainsi l'installation de six nouvelles chambres, équipées chacune d'un puits de 1,5 m de profondeur où se situe l'aimant générant le champ magnétique intense, permet désormais de réaliser des tirs d'une intensité jamais

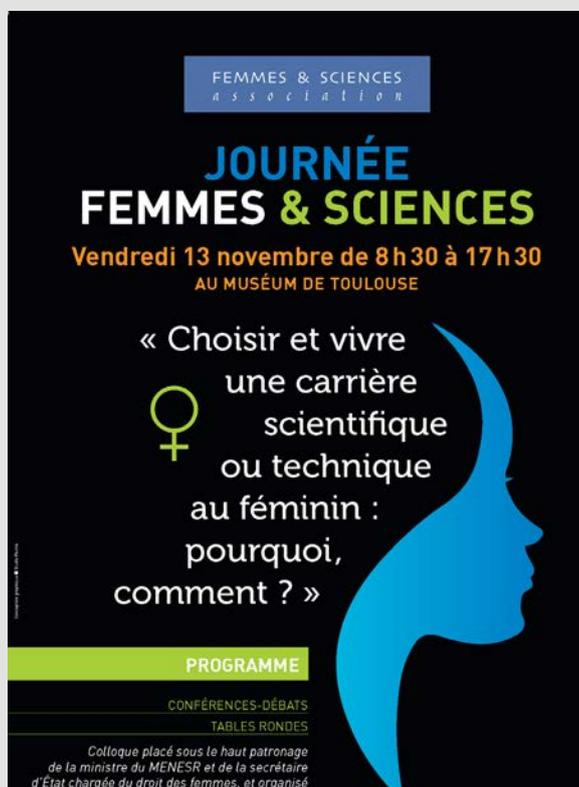


↑ Cryostat contenant un aimant pulsé dans son puits de tir au LNCMI. L'aimant est immergé dans l'azote liquide (température -196 °C) pour baisser sa résistance électrique et augmenter sa résistance mécanique.

atteinte auparavant et ainsi de se rapprocher de la tête du classement international. Le bâtiment et les nouvelles installations ont été financés par l'Europe (FEDER), la région Midi-Pyrénées et l'État pour un montant de total de 4,2 millions d'euros

Le LNCMI est, avec deux autres laboratoires de champs magnétiques intenses en Europe, un des membres fondateurs de l'European Magnetic Field Laboratory (EMFL), qui vise à développer et exploiter les installations de champs magnétiques intenses de classe mondiale.

# TEMPS FORTS SCIENTIFIQUES ET INSTITUTIONNELS



## Femmes et sciences

« Choisir et vivre une carrière scientifique ou technique au féminin : pourquoi ? comment ? », tel était le thème du colloque annuel de l'association Femmes & Sciences, qui s'est tenu le 13 novembre 2015 au Muséum de Toulouse. Chercheuses, ingénieures, techniciennes et acteur-e-s de l'orientation scolaire étaient invités pour faire l'état des lieux de la place des femmes dans le milieu scientifique. Ce colloque s'est conclu par l'adhésion du CNRS Midi-Pyrénées à l'association Femmes & Sciences. Le 30 septembre 2015, 10 doctorantes et 10 post-doctorantes s'étaient vu remettre une « Bourse France L'Oréal-UNESCO Pour Les Femmes et la Science » pour les soutenir dans leurs prometteurs travaux de recherche. Parmi elles, Isabelle Kyoko Vin de l'ONERA Toulouse, pour son travail sur l'imagerie 3D en appui au sauvetage de blessés, et Angie Molina-Delgado du Centre de biologie du développement, pour son approche de la guérison des lésions de la moelle épinière.

## FOCUS

## Politique de site : Comue

La parution de ce numéro annuel « 2015, une année avec le CNRS en Midi-Pyrénées », nous permet de revenir sur l'engagement du CNRS au sein de la Communauté d'universités et d'établissements dont il est membre fondateur. Au-delà du développement de programmes de recherche ambitieux et de l'effort de rayonnement de la recherche menée sur le site, l'année 2015 aura été marquée par des actions concrètes à fort impact. Le lancement du magazine scientifique de site *Exploreur* dont déjà quatre numéros en français et un en anglais ont été diffusés à plus de 10 000 exemplaires en est un bon exemple. Offrant un panorama de la très grande variété et richesse de la production des laboratoires de notre région, il met en lumière les hommes et les femmes qui développent la science aujourd'hui et constitue un précieux indicateur du dynamisme régional en matière de recherche.

L'édition régionale de Ma thèse en 180 secondes, organisée par l'Université Fédérale et le CNRS, permet aux doctorant-e-s de valoriser leur recherche devant un public attentif et de plus en plus varié et nombreux. En participant à la programmation des cafés du Quai, le CNRS apporte aussi une contribution soutenue à la diffusion de la culture scientifique et technique qui a trouvé son lieu à Toulouse, le Quai des Savoirs.



Galaxies lointaines, géantes gazeuses, atmosphère martienne, météorites : en 2015, les scientifiques ont étudié les objets célestes de notre système solaire plus en détail que jamais pour apporter des réponses aux questions que posent la formation, l'évolution de notre Univers et l'apparition de la vie.

EN BREF

### UNE CLASSE RARE DE MÉTÉORITES PERMET DE PRÉCISER LA COMPOSITION DE LA TERRE

Des chercheurs ont pu reconstituer plus précisément que jamais les abondances relatives en magnésium et silicium des planètes et astéroïdes du système solaire grâce à l'analyse précise de la composition isotopique en silicium d'une classe rare de météorites. L'étude des angrites, classe très rare d'achondrites, a permis d'estimer la composition en silicium du noyau terrestre, abaissée à 3,6 % en poids au lieu de 10 %. Cette nouvelle connaissance permettra de déterminer avec plus de finesse la minéralogie des parties profondes et inaccessibles de la Terre.

Laboratoire Géosciences environnement Toulouse

*Earth and Planetary Science Letters* - doi: 10.1016/j.epsl.2015.07.008  
Octobre 2015

### LA VISION DES PREMIÈRES GALAXIES SE PRÉCISE

Les télescopes spatiaux Hubble et Spitzer ont observé une des galaxies les plus lointaines de l'Univers, la plus faible jamais détectée. Ils ont pu la voir telle qu'elle était 500 millions d'années après le Big-Bang. Hubble a déjà observé des galaxies très lointaines mais cet objet est bien plus petit et donc beaucoup plus représentatif de ce à quoi doivent ressembler les premières galaxies de l'Univers. Les astronomes ont nommé la galaxie Tayna, qui signifie « aîné » en Aymara, langue officielle de l'empire Inca. La jeune Tayna possède une taille comparable à celle de l'une des galaxies satellites de notre Voie Lactée, le Grand Nuage de Magellan, mais forme dix fois plus d'étoiles.

Institut de recherche en astrophysique et planétologie

*The Astrophysical Journal* - doi: 10.1088/0004-637X/815/1/18  
Décembre 2015

### ÉROSION DE L'ATMOSPHÈRE MARTIENNE PAR LE VENT SOLAIRE

Au cours de l'année 2015, la sonde MAVEN, en orbite autour de Mars, a réalisé plusieurs campagnes de plongée atmosphérique jusqu'à environ 120 km de la surface, précisant ainsi composition et densité de la haute atmosphère et de l'ionosphère martiennes. En outre, les premiers résultats montrent que le vent solaire expulse le gaz atmosphérique à un rythme voisin de 100 grammes par seconde. Ce taux augmente significativement lors des tempêtes solaires et se rapproche alors de sa valeur passée à l'époque où le Soleil était plus jeune et plus actif. Il semblerait donc que la planète Mars était jadis dotée d'une atmosphère suffisamment dense et chaude pour garantir la présence d'eau liquide en surface, voire abriter certaines formes de vie. Les données indiquent toutes que l'échappement atmosphérique induit par le vent solaire a eu un impact majeur sur l'évolution du climat martien vers le stade froid et aride que nous connaissons aujourd'hui.

Institut de recherche en astrophysique et planétologie

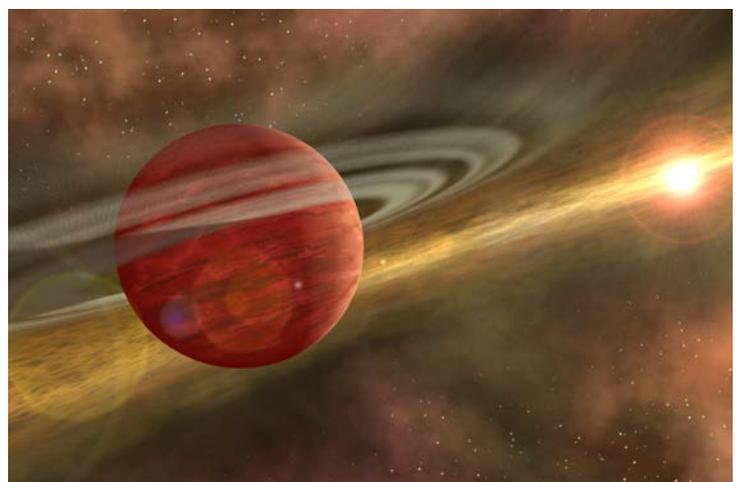
*Science* - doi: 10.1126/science.aad0459 - doi: 10.1126/science.aad0210 - doi: 10.1126/science.aad0313  
Novembre 2015

### LES « JUPITERS CHAUDS » SE SÉRIENT FORMÉS TRÈS RAPIDEMENT

Une équipe internationale d'astrophysiciens vient de montrer que les « Jupiters chauds », planètes géantes gazeuses orbitant très près de leur étoile, ne mettraient que quelques millions d'années à se rapprocher de celle-ci. En effet, les planètes géantes gazeuses se forment en périphérie du disque protoplanétaire, migrent à l'intérieur, se réchauffent puis deviennent des « Jupiters chauds ». Grâce à l'observation d'étoiles naissantes de la constellation du Taureau, on sait que ce processus de rapprochement se produit dans une phase très précoce, alors que les jeunes planètes s'alimentent encore au sein du disque originel. Les « Jupiters chauds » seraient donc plus fréquents autour des étoiles en formation qu'au voisinage d'étoiles adultes comme le Soleil.

Institut de recherche en astrophysique et planétologie

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* - doi: 10.1093/mnras/stv1837  
Septembre 2015



↑ Vue d'artiste d'une planète géante en formation dans le disque d'une étoile jeune.

Au cœur des préoccupations de la COP21, le changement climatique et les risques qui lui sont associés sont également une priorité de la recherche. En Midi-Pyrénées, les études concernant tant la compréhension des mécanismes de circulation des polluants, les menaces pour la biodiversité que les capacités d'adaptation des espèces animales et végétales.

## VERS UNE MEILLEURE COMPRÉHENSION DES ORAGES ET DES OURAGANS

Une équipe franco-brésilienne a testé la sensibilité de simulations d'orages à différentes paramétrisations de turbulence au sein des nuages. Les chercheurs ont montré que la simulation numérique à méso-échelle (2-2000 km) était capable de reproduire l'évolution des nuages vers une situation orageuse, et ce uniquement pour la meilleure approximation de la turbulence aux petites échelles (<2 km). Ce travail devrait permettre d'améliorer la prévision des orages. D'autre part, grâce à l'analyse d'un orage du Sud-Est de la France, des chercheurs ont déterminé avec précision les caractéristiques des éclairs à l'origine des décharges électriques lumineuses se produisant au-dessus des nuages d'orage et appelés sylphes. Classifiés selon leur forme en « carotte », « ange » ou « méduse », ils font souvent suite à un éclair nuage-sol de charge positive. Leur propagation dans le nuage, les quantités de charges mises en jeu, leur localisation et mode d'écoulement dans le canal de l'éclair ont été déterminés. Enfin, la trajectoire de l'ouragan Nadine, qui en septembre 2012 se dirigeait vers l'Europe mais était reparti vers l'Atlantique pour se dissiper, a été mise en évidence. Des chercheurs ont émis deux scénarios dépendant d'un seuil de 1000 km entre le vortex de Nadine et une dépression d'altitude située plus au Nord. Au-delà de 1000 km (interaction faible entre les deux tempêtes), l'ouragan se dirige vers l'Ouest ; en-deçà, il se dirige vers l'Est. Cette prévision dépend principalement de la position relative des deux vortex et ouvre une nouvelle voie d'amélioration des prévisions des trajectoires des ouragans.

### Laboratoire d'aérodynamique

*Monthly Weather Review* - doi: 10.1175/MWR-D-14-00393.1

Août 2015

*Journal of Geophysical Research* - doi: 10.1002/2015JD023894

Novembre 2015

*Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* - doi: 10.1002/qj.2635

Septembre 2015

### ↓ Canopée de la forêt amazonienne à l'aube, Brésil.



## LES TOURBILLONS OCÉANQUES STRUCTURENT LA ZONE DU MINIMUM D'OXYGÈNE DU PÉROU

Les ZMO, zones de minimum d'oxygène, sont des zones océaniques de sous-surface (profondeur 50 à 1000 m) dont les eaux sont très pauvres en oxygène. Sources de gaz à effet de serre, ces zones constituent un danger pour les écosystèmes marins des régions côtières et ont tendance à s'étendre depuis 50 ans, couvrant aujourd'hui 10 % de la surface totale des océans. Une équipe internationale a quantifié l'influence des tourbillons océaniques sur la structure de la ZMO du Pérou, l'une des plus intenses et des plus étendues au monde, et qui plus est, proche d'un réservoir mondial de poissons. Les chercheurs ont ainsi montré que les tourbillons océaniques, dont l'effet se fait sentir jusqu'à 600 m de profondeur, modulent la diffusion de l'oxygène à travers les frontières de la ZMO et donc en déterminent la forme et l'étendue.

### Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales

*Nature Geoscience* - doi: 10.1038/NGEO2570

Novembre 2015

## Amazonie

## FOCUS

### DÉCLIN SUR LE LONG TERME DU PUIT DE CARBONE AMAZONIEN

Le couvert végétal terrestre est une des clefs de la compréhension des modifications dues au changement climatique, et la forêt amazonienne, véritable puits de carbone, en est une composante essentielle. Mais le suivi de la biomasse de 321 parcelles de cette forêt sur une trentaine d'années a montré que contrairement à la légère augmentation de stockage de CO<sub>2</sub> observée à l'échelle globale et aux prédictions proposées par les modèles, la capacité du puits de CO<sub>2</sub> amazonien a diminué ces dernières années. Ce résultat est lié à l'augmentation de plus d'un tiers de la mortalité des arbres depuis le milieu des années 1980.

### Laboratoire Évolution et diversité biologique

*Nature* - doi: 10.1038/nature14283

Mars 2015

### 1 % DES ESPÈCES D'ARBRES STOCKE LA MOITIÉ DU CARBONE DE L'AMAZONIE

L'Amazonie se caractérise par son immense biodiversité et son rôle majeur dans la régulation du cycle du carbone par photosynthèse. Parmi les 16 000 espèces d'arbres qui peuplent cette forêt, des chercheurs ont montré qu'un peu moins de 200, soit près de 1 % qualifiées d'hyperdominantes, contribuaient à la moitié du stockage du carbone et de la production de biomasse de tous les arbres. Par exemple, le noyer du Brésil représente moins d'un arbre pour 1000 et se place respectivement aux 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> rang des espèces pour le stockage du carbone et la production de biomasse. Cette découverte pourrait aider les scientifiques à prédire le comportement des forêts humides tropicales dans le contexte du changement climatique.

### Laboratoire Évolution et diversité biologique

*Nature communications* - doi: 10.1038/ncomms7857

Avril 2015

## EN IMAGES

L'écologie considère habituellement que la biomasse de prédateurs d'un écosystème varie proportionnellement à celle de leurs proies. Mais en s'appuyant sur une base de données de plus de 2000 communautés d'espèces, les scientifiques ont constaté que la biomasse totale des proies augmentait bien plus vite que celle des prédateurs, et selon des proportions similaires pour la totalité des écosystèmes analysés.



Laboratoire Évolution et diversité biologique

Nature communications - doi: 10.1038/ncomms7857

Avril 2015

### LA STRUCTURE SOCIALE GARANTIT LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES ESPÈCES

Une équipe de recherche s'est intéressée à la structure génétique d'une espèce de lémurien de Madagascar en danger critique d'extinction et vivant en petits groupes familiaux. Alors que les espèces vivant en petits groupes sont souvent considérées comme particulièrement consanguines, ils ont montré que les structures sociales de petite dimension, chez les primates par exemple, pouvaient être sources de diversité génétique, essentielle à la préservation des espèces. Les chercheurs proposent un modèle mathématique capable de mieux prédire l'évolution génétique des populations de petite taille pouvant contribuer à améliorer la conservation des espèces les plus fragiles.

Laboratoire Évolution et diversité biologique

PNAS - doi: 10.1073/pnas.1414463112

Juin 2015

### MANGER SANS ÊTRE MANGÉ : UN DILEMME CHEZ LES MOUTONS RÉSOLU GRÂCE AU MIMÉTISME

Une équipe internationale a analysé les déplacements collectifs de troupeaux d'une centaine de moutons mérinos en pâturage et en conditions contrôlées à Salon-de-Provence. L'étude a révélé que les moutons alternent phases de dispersion lentes et phases de regroupement très rapides. L'intensité du mimétisme joue un rôle essentiel lors des phases rapides car les individus imitent le comportement de leurs voisins. Deux motivations conflictuelles des moutons rentrent alors en jeu : explorer suffisamment d'espace vierge afin d'y trouver de la nourriture et rester au contact des congénères pour bénéficier de la protection qu'offre un groupe compact.

Centre de recherches sur la cognition animale

PNAS - doi: 10.1073/pnas.1503749112

Septembre 2015

## UNICELLULAIRES

**La variabilité du comportement des individus, groupes, populations ou espèces, est une des caractéristiques du vivant. Bien que la recherche porte habituellement sur les organismes pluricellulaires, l'étude des organismes unicellulaires peut également être source de découvertes.**

### COMPORTEMENTS SOCIAUX

Des chercheurs ont étudié *Physarum Polycephalum*, microbe eucaryote unicellulaire, et son comportement de groupe. Les évolutions de trois souches placées en différents contextes (absence de nourriture et présence/absence de signaux sociaux) ont été comparées. Les résultats démontrent des vitesses et des modes de regroupement différents pour les trois souches ainsi que l'importance du rôle du calcium dans les voies de signalisation sociale. Ainsi, les comportements sociaux n'impliquent pas nécessairement des procédés neuronaux sophistiqués : des organismes simples peuvent également présenter ce type de réponse.

Centre de recherches sur la cognition animale

Proceedings of The Royal Society B - doi: 10.1098/rspb.2015.2322

Novembre 2015

### MIGRER OU NE PAS MIGRER ?

Les déplacements de groupes d'organismes unicellulaires eucaryotes *Tetrahymena thermophila*, parmi lesquels ont été introduits des immigrants issus de populations aux caractéristiques génétiques différentes, ont été étudiés. Les résultats indiquent que les mouvements de dispersion des unicellulaires dépendent de l'environnement et des caractéristiques des immigrants. Ainsi, même un organisme unicellulaire est capable de recevoir des informations sur l'environnement et l'origine de ses nouveaux voisins, lui permettant de « faire le choix » de rester ou de partir. Les chercheurs soupçonnent l'implication de molécules chimiques de signalisation émises par les cellules dans le transfert d'information.

Station d'écologie théorique et expérimentale

Journal of Animal Ecology - doi: 10.1111/1365-2656.12380

Avril 2015

Les avancées sont nombreuses dans les domaines de recherche fondamentale et appliquée dans les laboratoires midi-pyrénéens. Le monde des ARN n'en finit pas de surprendre et les mécanismes de défense chez les plantes ont été affinés.

## FOCUS

### Des ARN vraiment non codants à ceux qui codent des micropeptides

On a longtemps pensé que l'ARN n'était qu'une copie de l'ADN, un simple « messenger » requis pour la fabrication de protéines (d'où son nom d'ARNm). Mais, depuis une vingtaine d'années, ce dogme est lourdement ébranlé. Cette molécule se révèle très polyvalente, dotée de fonctions régulatrices variées indispensables à la vie cellulaire. Trois études récentes en témoignent. Une première montre que le noyau de cellules en sénescence (en sommeil) contient de très longs ARN non codants (c'est-à-dire ne participant pas à la synthèse de protéines) synthétisés à partir de séquences d'ADN intergéniques (les VlincRNA). Ces régions entre les gènes dont la fonction était jusqu'alors inconnue représentent plus de 90% du génome humain. L'étude dévoile qu'un des VlincRNA est indispensable pour provoquer et maintenir l'arrêt de la prolifération cellulaire caractéristique de la sénescence. Dans les deux autres études, c'est la nature même d'ARN non codant qui est remise en cause. Une équipe a découvert que les plantes synthétisent de très petits ARNs, les microARNs, qui ne sont pas non-codants comme on le pensait jusqu'à présent, mais

codent pour des micropeptides qui régulent positivement leur propre synthèse. Ces MicroPep® offrent des perspectives importantes dans le domaine agronomique puisqu'ils pourraient être utilisés, comme molécules naturelles, pour réguler la croissance, le développement ou la résistance des plantes à des pathogènes. On trouve des micropeptides dans d'autres organismes, mais leur fonction reste mystérieuse. Une autre équipe a dévoilé le mode d'action des micropeptides Pri dans le développement de la drosophile et montré qu'ils contrôlent la formation de l'épiderme.

**Laboratoire de biologie cellulaire et moléculaire du contrôle de la prolifération**

*Nature Communications - doi: 10.1038/ncomms6971*

Janvier 2015

**Laboratoire de recherche en sciences végétales**

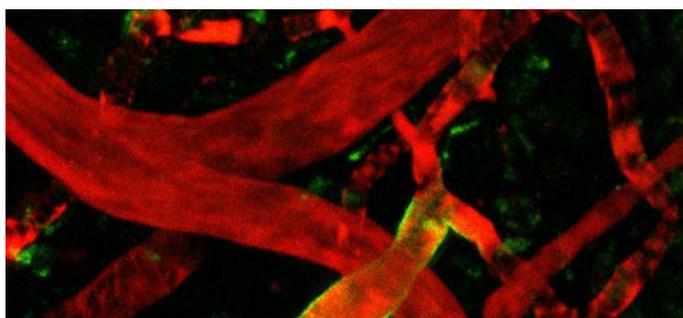
*Nature - doi: 10.1038/nature14346*

Avril 2015

**Centre de biologie du développement**

*Science - doi: 10.1126/science.aac5677*

Septembre 2015



← Visualisation en microscopie multiphotonique d'un vaisseau sanguin HEV (en vert) dans un ganglion lymphatique. Les autres vaisseaux sanguins du ganglion sont colorés en rouge. Les vaisseaux HEV permettent l'entrée dans le ganglion des lymphocytes circulant dans le sang.

### CANCER DU SANG : COMMENT ÉVITER LA DISSÉMINATION DES CELLULES CANCÉREUSES ?

Des chercheurs ont montré par microscopie intravivante que, tout comme les lymphocytes normaux, les cellules cancéreuses de patients atteints de leucémies lymphoïdes chroniques (LLC) se déplacent dans les vaisseaux sanguins, se lient aux parois et entrent dans les ganglions lymphatiques. Un récepteur, la L-sélectine, situé à leur surface, contrôle l'adhésion des lymphocytes aux parois. Des inhibiteurs de sélectine contrecarrent cette adhésion, ce qui représente une stratégie prometteuse pour bloquer la dissémination des cellules cancéreuses dans les ganglions et augmenter l'efficacité des traitements conventionnels.

**Institut de pharmacologie et de biologie structurale**

**Centre de recherches en cancérologie de Toulouse**

*Blood - doi: 10.1182/blood-2015-02-626291*

Juillet 2015

#### EN BREF

#### COMMENT SE FORMENT LES NOUVEAUX SOUVENIRS ?

De récents travaux ont permis de mieux comprendre comment se mettent en place de nouveaux souvenirs. L'étude met en évidence que des processus anticipatifs peuvent jouer un rôle dans la prédiction d'événements futurs sur la base d'informations apprises quelques minutes auparavant.

**Centre de recherche cerveau et cognition**

*Nature Communications - doi: 10.1038/ncomms9556*

Octobre 2015

### LE DERNIER SURSAUT DES CELLULES MOURANTES

Une équipe de chercheurs a montré que la mort par apoptose (ou mort programmée) des cellules, est un processus actif qui permet le remodelage tissulaire lors de la formation de l'épithélium de la drosophile. Les cellules en apoptose exercent une force apico-basale qui se transmet aux cellules voisines et permet la formation de plis nécessaire à ce remodelage.

Laboratoire de biologie cellulaire et moléculaire du contrôle de la prolifération

*Nature* - doi: 10.1038/nature14152

Janvier 2015

↓ Plantes d'*Arabidopsis* inoculées par voie racinaire avec une souche de *Ralstonia solanacearum* produisant l'effecteur PopP2.



### RÉGULER LES RÉGULATEURS

Notre système immunitaire nous protège des infections et du développement de cancers. Les lymphocytes T régulateurs (T reg) contrôlent les réponses immunitaires de l'organisme. Plusieurs chercheurs ont montré qu'il existe des T reg « recirculants », revenant dans le thymus (organe lymphoïde jouant un rôle fondamental dans la mise en place du système immunitaire), après avoir circulé dans d'autres tissus. Là, ils inhibent le développement de précurseurs, contribuant ainsi à la diminution importante de T reg avec l'âge. Une piste potentielle pour contrôler les réponses immunitaires et prévenir les maladies auto-immunes.

Centre de physiopathologie de Toulouse Purpan

*Nature Immunology* - doi: 10.1038/ni.3150

Mai 2015

## FOCUS

### Les mécanismes de défense chez les plantes

Deux études ont récemment décortiqué les mécanismes complexes de défense des plantes, affinés au cours des millions d'années de coévolution avec leurs pathogènes. En infectant la plante modèle *Arabidopsis thaliana*, la bactérie *Ralstonia solanacearum* injecte une protéine, PopP2, qui bloque le programme génétique contrôlant les défenses immunitaires. Mais PopP2 s'attaque aussi à un leurre, ce qui déclenche un système d'alarme, active la réponse immunitaire et anéantit l'invasion. Chez certaines plantes, les

agents « neutraliseurs » bactériens sont perçus par un complexe protéique de la plante, un pivot, qui une fois activé, renforce l'immunité.

Laboratoire des interactions plantes - microorganismes

Laboratoire de recherche en sciences végétales

*Cell* - doi: 10.1016/j.cell.2015.04.025

Mai 2015

Laboratoire des interactions plantes - microorganismes

*Cell Host Microbe* - doi: 10.1016/j.chom.2015.08.004

Septembre 2015

Étudier la matière, c'est mieux la comprendre en cherchant à percer ses propriétés les plus complexes: de conduction, de réactivité, d'emboîtement mais aussi d'activité biologique. C'est aussi l'utiliser comme marqueur biologique, comme détecteur sensible à la lumière, comme lieu de stockage de l'énergie. Enfin et parfois, elle se laisse découvrir et révèle des secrets qui font rêver : la formation des gisements d'or.

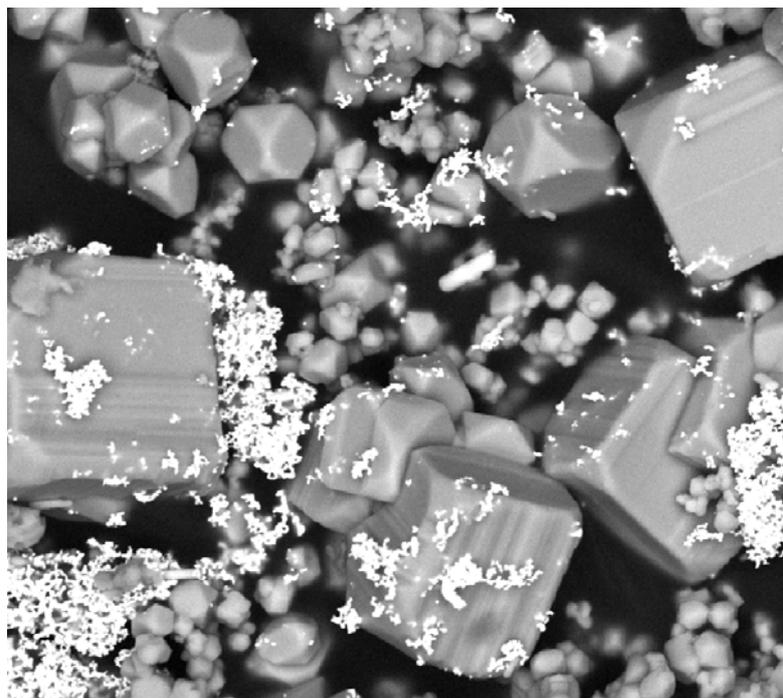
## LA FORMATION DES GISEMENTS D'OR ENFIN EXPLIQUÉE

Des chercheurs ont montré que l'ion trisulfure  $S^{3-}$  transporte et dépose efficacement l'or, ce qui pourrait élucider la formation des gisements. Avec environ 1 mg par tonne de roche, l'or est un métal rare. Cependant, par endroits, le métal se concentre jusqu'à parfois 1 kg par tonne. Ces filons se forment à partir de fluides aqueux enrichis en sel, en soufre, et parfois en  $CO_2$ , qui circulent dans la croûte terrestre, extraient le métal des roches et des magmas, puis le transportent et le déposent au bon endroit au bon moment. Quatre équipes françaises ont mesuré les teneurs et l'état chimique de l'or dans des fluides modèles contenant majoritairement du sulfure et du chlorure, jusqu'à présent les seuls composés connus pour faciliter le transport de l'or. Pourtant, contre toute attente, les chercheurs ont constaté que c'étaient les ions  $S^{3-}$ , beaucoup moins présents que les sulfures et chlorures, qui se liaient très fortement à l'or en formant des complexes stables solubles capables de transporter 10 à 100 fois plus d'or dans les fluides de la croûte terrestre. Cette découverte pourrait permettre de localiser de nouvelles ressources de métaux précieux et d'améliorer les procédés d'extraction à partir de minerai brut.

Laboratoire Géosciences environnement Toulouse

PNAS - doi: 10.1073/pnas.1506378112

Octobre 2015



↑ Cliché en microscopie électronique à balayage de nano- et microparticules d'or (points brillants) qui se sont déposées, avec des cristaux de pyrite de différentes tailles (gris), à partir d'une solution hydrothermale contenant du soufre et de l'or dans une expérience en laboratoire.

## CHIMIE POUR LA BIOLOGIE

### POUR LES ARBRES MOLÉCULAIRES, LES BRANCHES SONT AUSSI IMPORTANTES QUE LES FEUILLES !

Les dendrimères sont des macromolécules en forme d'arbres dont on pensait que les fonctions terminales (équivalent des feuilles) étaient seules responsables de leurs caractéristiques. Des chercheurs ont montré pour la première fois que la structure interne (branches) des dendrimères avait aussi une influence sur leurs propriétés biologiques. Ils ont synthétisé sept familles aux mêmes fonctions terminales, mais aux structures internes différentes, et testé leur influence sur des globules blancs. Les familles de dendrimères ont réagi de manière différente et des calculs ont montré une excellente corrélation entre structure 3D et variations d'activité biologique.

Laboratoire de chimie de coordination

Centre de physiopathologie de Toulouse Purpan

Nature communications - doi: 10.1038/ncomms8722

Juillet 2015

### ACCÉLÉRER L'ÉVALUATION DE CANDIDATS MÉDICAMENTS

Actuellement, moins d'un « candidat médicament » (composé à fort potentiel thérapeutique dont l'activité a été testée) sur dix entrant en phase d'essais cliniques est au final commercialisé. Cette tendance pourrait s'inverser grâce à un nouveau procédé de marquage isotopique développé par les scientifiques à l'aide de nanoparticules métalliques. Ce « collage d'étiquette » sur les candidats permet de les détecter de manière sensible dans l'organisme. Ceci rendrait possible une accélération de la recherche des molécules les plus efficaces et les moins toxiques par évaluation de leur comportement *in vivo* (chez l'animal mais aussi chez l'Homme) dès les toutes premières phases de conception.

Laboratoire de physique et chimie des nano-objets

Laboratoire de chimie de coordination

Angewandte Chemie International Edition - doi: 10.1002/anie.201504554

Août 2015

## Stockage de l'énergie

Les enjeux de stockage d'énergie sont multiples : augmentation de l'efficacité, minimisation des coûts, miniaturisation. Trois résultats marquants ont été obtenus dans ce domaine en 2015.

Les supercondensateurs sont des systèmes de stockage électrochimiques de l'énergie, complémentaires des batteries. Ils ont des applications dans l'aéronautique, le transport ou l'électronique de puissance. La compréhension des mécanismes d'adsorption et de désolvatation (perte d'interactions avec le solvant) d'ions à la surface de carbones poreux est cruciale pour la mise au point de supercondensateurs plus performants. En 2015, des chercheurs ont démontré par des simulations que ces événements microscopiques se déroulaient à des échelles de temps très différentes. Ainsi, la désolvatation, longtemps vue comme un événement énergétiquement coûteux, a, en réalité, une cinétique très rapide et n'est donc pas un facteur limitant pour la diffusion des ions dans les pores. Les résultats des simulations ont ensuite été confirmés par des expériences d'électrochimie.

Les batteries lithium-ions actuelles sont les plus répandues et équipent aujourd'hui nos appareils électroniques portables. Pourtant, le lithium est rare et très coûteux, contrairement au sodium mille fois plus abondant sur Terre. Après deux ans de recherche, la première batterie sodium-ions au format industriel standard est née. Dotée de performances comparables à ses analogues lithium-ion, cette batterie est capable de se charger très rapidement et de restituer son énergie très vite. Elle intéresse déjà les industriels et pourrait, à l'avenir, permettre le stockage d'énergies renouvelables.

Enfin, les micro-supercondensateurs constituent une alternative intéressante aux micro-batteries grâce à leur puissance élevée et leur longue durée de vie. Mais jusqu'à présent, ils stockaient considérablement moins d'énergie. En 2015, des chercheurs ont réussi, en mettant au point une électrode à la structure en or extrêmement poreuse, à fabriquer un micro-supercondensateur d'une densité d'énergie environ mille fois supérieure à celle des existants. Avec des caractéristiques très proches des micro-batteries lithium-ions actuelles, ce composant pourrait être utilisé sur des microsystèmes embarqués autonomes et intelligents.

Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS

*Advanced Materials* - doi: 10.1002/adma.201503054

Septembre 2015

Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux

*Journal of the American Chemical Society* - doi: 10.1021/jacs.5b07416

Septembre 2015

*Nature Materials* - doi: 10.1038/nmat4318

Juin 2015



↑ Batteries sodium-ion au format industriel standard « 18650 ». Il s'agit des premières batteries au sodium mises au point dans ce format.

### UN NOUVEAU PHOTODÉTECTEUR « TOUT CARBONE »

Une équipe internationale a mis au point un nouveau type de photodétecteur. Les chercheurs ont associé deux nanomatériaux carbonés : le graphène, qui possède d'excellentes propriétés optiques, et des nanotubes de carbone permettant le transport efficace des porteurs de charge dans le dispositif, limitant leur recombinaison et améliorant ainsi la sensibilité du dispositif à la lumière. Un photodétecteur très large bande allant du visible au proche infrarouge (400 à 1550 nm) avec un temps de réponse très rapide de 100  $\mu$ s et une photo-réponse de plus de 100 A/W a ainsi été réalisé, ouvrant la voie vers de nouveaux dispositifs optoélectroniques « tout carbone ».

Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux

*Nature communications* - doi: 10.1038/ncomms9589

Octobre 2015

### EN BREF

#### « EMBOÏEMENT MOLÉCULAIRE » DANS L'AUTO-ASSEMBLAGE DE MOLÉCULES

Certains monocristaux présentent une conductivité très importante. Dans une étude, des chercheurs se sont intéressés à l'effet « d'emboîtement moléculaire » (responsable de la conductivité) de monocristaux déposés sur du graphène. Ils ont remarqué, en utilisant la microscopie à effet tunnel, qu'en fonction du mode de dépôt sur le graphène, les monocristaux adoptent une conformation « edge-on » ou « à plat » à sa surface. Cette étude pose la question du choix du mode de dépôt pour la fonctionnalisation du graphène par voie moléculaire.

Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales

*Journal of Physical Chemistry* - doi: 10.1021/acs.jpcc.5b00857

Avril 2015

Des personnalités les plus influentes de Wikipedia aux cartes géographiques accessibles aux déficients visuels, les recherches menées en 2015 nous montrent en quoi les humanités numériques nous offrent à la fois une nouvelle analyse du monde qui nous entoure et de nouveaux moyens de partager les connaissances.

## LA MYSTÉRIEUSE ORIGINE DU CHEVAL IAKOUTE ENFIN ÉLUCIDÉE

L'origine des chevaux du peuple d'éleveurs sibérien iakoute n'est plus un secret. En comparant le génome de chevaux iakoutes et domestiques, les scientifiques ont démontré que le iakoute descendait du cheval mongol. La race aurait acquis sa capacité de survie à des températures avoisinant les  $-70^{\circ}\text{C}$  en quelques centaines d'années seulement, grâce à la « reprogrammation » de l'expression de gènes, notamment ceux liés à la régulation thermique, à la production de substances antigel et au développement des poils. Exposées à un même environnement extrême, des espèces aussi différentes que le cheval iakoute, l'Homme et le mammouth ont fini par développer de manière indépendante des adaptations similaires témoignant d'un exemple réussi de convergence évolutive.

Laboratoire Anthropobiologie moléculaire et imagerie de synthèse

PNAS - doi: 10.1073/pnas.1513696112

Novembre 2015



← Carl von Linné, naturaliste suédois qui a fondé les bases du système moderne de la nomenclature binominale.

## FOCUS

## Quelles sont les personnalités historiques les plus influentes sur Wikipédia ?

Carl von Linné, Jésus Christ, Aristote, Napoléon, Adolf Hitler, Jules César, Platon, William Shakespeare et Albert Einstein. Voici l'ordre d'importance des personnalités historiques sur Wikipédia déterminé par une équipe internationale de chercheurs. Les algorithmes CheiRank, 2DRank et PageRank, utilisés par le moteur de recherche Google pour mesurer la popularité des pages web, ont été appliqués à Wikipédia. Les physiciens ont adapté des méthodes d'analyse des réseaux complexes aux hyperliens entre les pages Wikipédia pour 24 langues différentes. Ces travaux, qui permettent de mesurer l'influence culturelle aux échelles locale et mondiale des personnalités de l'encyclopédie, placent de façon surprenante le naturaliste suédois Carl von Linné sur la première marche du podium. Son introduction des bases du système moderne de classement des êtres vivants en genres et espèces et le très grand nombre d'articles Wikipédia consacrés à ce classement en sont les principaux responsables. Pour Wikipédia en langue française, le trio de tête des personnalités françaises les plus influentes est... Napoléon, Louis XIV et René Descartes.

Laboratoire de physique théorique

Plos One - doi: 10.1371/journal.pone.0114825

Mars 2015



↑ Les arbres évoluent lentement parmi les visiteurs de la biennale au rythme de leur métabolisme.

## BIENNALE DE VENISE : LES ARBRES BOUGENT AU RYTHME DE LEUR SÈVE

Des arbres évoluant au milieu du public au rythme de leur physiologie et des conditions météorologiques ont été exposés dans le cadre du projet « Révolutions » lors de la Biennale d'art de Venise. Des chercheurs ont travaillé à la mise au point d'un dispositif permettant de connaître la vitesse de montée de la sève et d'un système robotique nouveau, transmettant cette information à des plateformes mobiles contrôlées par ordinateur.

Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS

Laboratoire Évolution et diversité biologique

Centre d'études spatiales de la biosphère

Mai 2015

## EN BREF

### LA DATATION PAR LUMINESCENCE OFFRE UN REGARD NEUF SUR LE SITE ARCHÉOLOGIQUE DE LA FERRASSIE

Le site paléolithique de la Ferrassie en Dordogne, deuxième site mondial en nombre de squelettes néandertaliens inhumés retrouvés, avec sept individus au total, possède un intérêt majeur pour la reconstruction de l'histoire de l'humanité. Un nouveau projet a été lancé pour préciser la chronologie des couches archéologiques proches des squelettes et des outils. La luminescence confirme les dates d'inhumation et la période d'occupation du site préalablement déterminées au carbone 14. Toutefois, une des couches apparaît plus jeune que ce qui était supposé jusqu'alors et le débat est relancé sur la discussion des outils bifaces.

Laboratoire Travaux et recherches archéologiques sur les cultures, les espaces et les sociétés

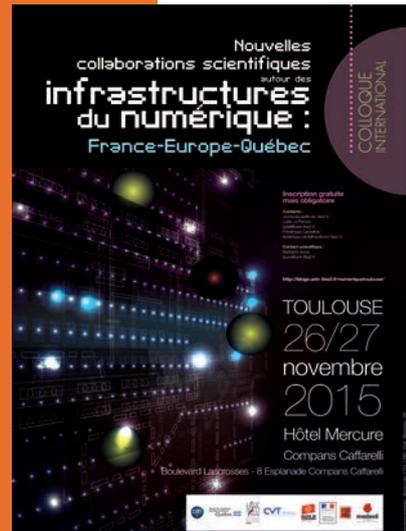
Journal of Archaeological Science - doi: 10.1016/j.jas.2015.01.019

Février 2015

## Colloque société et numérique

Les 26 et 27 novembre 2015, la Maison des sciences de l'Homme et de la société de Toulouse a organisé un colloque international sur les nouvelles collaborations scientifiques autour des infrastructures du numérique en sciences humaines et sociales. Y ont participé des acteurs de l'enseignement supérieur, de la recherche et du secteur privé pour lesquels les données économiques, sociales et patrimoniales constituent un réel enjeu de développement. Le colloque a aussi touché la sphère civile. Plusieurs thématiques ont été abordées parmi lesquelles les verrous actuels dans le domaine des humanités numériques, les éditions compatibles avec le big data et l'open access, la valeur des données numériques de recherche en sciences humaines et sociales ou encore le développement du partenariat entre milieu académique et entreprises.

Maison des sciences de l'Homme et de la société de Toulouse  
Novembre 2015



### UNE SÉPULTURE EXCEPTIONNELLE

De 2011 à 2013, des fouilles ont été menées au couvent des Jacobins, futur centre des congrès de Rennes Métropole. En 2015, cinq cercueils de plomb du XVIIe siècle ont été minutieusement analysés. Chacun est agrémenté d'un reliquaire en forme de cœur renfermant le véritable organe embaumé. Les chercheurs ont prélevé des tissus humains sans contamination environnementale, une opportunité rare, sur le corps exceptionnellement bien conservé de l'occupante du cinquième cercueil. L'analyse de l'ADN des pathogènes, comme ceux responsables de la tuberculose, a permis d'observer l'évolution des micro-organismes du XVIIe siècle à nos jours. Ces recherches ont aussi enrichi l'histoire de la médecine : le prélèvement du cœur de la défunte révèle une réelle maîtrise de la pratique chirurgicale.

Laboratoire Anthropologie moléculaire et imagerie de synthèse  
Juin 2015

### DÉCRYPTAGE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UNE ANCIENNE CITÉ GAULOISE

L'oppidum de Corent fut la capitale des Arvernes, puissant peuple gaulois du Massif central. Pour la première fois, des paléoenvironmentalistes ont déterminé les impacts laissés par cette ville sur le milieu naturel entre 4000 avant et 100 après J.-C. Par exemple, entre 1050 et 900 av. J.-C., l'agriculture aurait décliné. La biodiversité des plantes aurait quant à elle augmenté de part la perturbation du milieu par l'urbanisation et l'apport de végétaux non indigènes suite à des échanges précoces avec le bassin méditerranéen. Ces observations correspondent aussi à l'apogée de l'occupation du site (Ier-IIe siècle après J.-C.) avec en plus une disparition totale de l'agriculture.

Laboratoire Travaux et recherches archéologiques sur les cultures, les espaces et les sociétés

*Plos One* - doi: 10.1371/journal.pone.0121517  
Avril 2015



### INNOVATION

#### ACCESSIMAP, OU COMMENT RENDRE LES CARTES GÉOGRAPHIQUES ACCESSIBLES AUX DÉFICIENTS VISUELS ?

Des cartes géographiques tactiles accessibles aux personnes malvoyantes, tel est l'objectif d'Accessimap. Des chercheurs souhaitent créer un éditeur utilisant des contenus numériques libres de droits qui faciliterait la tâche des transcripteurs de cartes en relief. À ce jour, ces cartes sont agrémentées d'informations sonores : une fois la carte posée sur une tablette tactile, elle devient interactive et les abréviations en braille sont remplacées par des sons. L'objectif à long terme est l'utilisation « dynamique » de ces cartes par ajout d'annotations, d'un zoom, de calcul de distances ou encore d'itinéraires.

Institut de recherche en informatique de Toulouse  
Novembre 2015

L'innovation a plusieurs visages qui vont du partenariat avec un industriel, à la création de laboratoires communs où se côtoient fructueusement les cultures académiques et d'entreprises, en passant par la création de jeunes pousses dynamiques issues des travaux des laboratoires. Si 2015 a vu s'amplifier les travaux d'innovation autour du risque et de la surveillance pour l'environnement par exemple, se renforcent aussi les débouchés vers la biologie et les applications en santé via la chimie ou les biotechnologies.

## Le traitement du signal au service de la surveillance des éoliennes

Six partenaires (trois établissements publics et trois entreprises) ont uni leurs compétences et savoir-faire respectifs au sein d'un consortium européen pour le développement d'un nouvel outil d'aide à la décision et d'un système breveté permettant de faciliter la détection des traces de fatigue mécanique des éoliennes pour mieux anticiper leurs pannes. En effet, les entreprises du secteur énergétique utilisent actuellement des systèmes de surveillance conditionnelle (CMS, Condition Monitoring Systems) permettant la surveillance des données recueillies, qui ne sont pas optimaux. La mise en place de seuils d'alerte choisis expérimentalement abaisse la vigilance des techniciens induisant un taux de fausses alarmes élevé. L'enjeu économique est de taille, car les dysfonctionnements dans les éoliennes proviennent pour 13 % des cas de défauts mécaniques, générant près de 50 % des coûts de maintenance. L'idée du projet KAStrion est de fournir un système « one click » ne nécessitant pas de connaissance du système surveillé et dans lequel les seuils sont calculés automatiquement. La surveillance de tels systèmes mécaniques

s'appuie sur un analyseur spectral « intelligent ». Cet outil a été intégré à un système embarqué autonome capable d'anticiper toute défaillance mécanique du boîtier d'engrenages, du roulement principal ou du générateur de l'éolienne.

Institut de recherche en informatique de Toulouse  
Septembre 2015

▼ Eoliennes entre Rotterdam et l'île de Schouwen-Duiveland, dans la province de Zélande aux Pays-bas.



### TROPHÉE DE LA RECHERCHE PUBLIQUE ÉNERGIE-ENVIRONNEMENT-CLIMAT

Le trophée de la recherche publique énergie-environnement-climat a été remis le 13 octobre lors du salon World Efficiency à Paris. Il récompense des laboratoires dont les recherches sont relatives aux secteurs de l'énergie, de l'environnement et du climat. Le GET a été récompensé pour son projet Rain cell Africa dans la catégorie « Analyse mesure détection ». Ce projet de recherche, mené au Burkina Faso, a pour but de mesurer les précipitations et d'anticiper les risques qui y sont liés (inondation ou sécheresse) tout en s'appuyant sur les réseaux de téléphonie mobile.

Laboratoire Géosciences environnement Toulouse

### DES CAPTEURS INNOVANTS ULTRASENSIBLES POUR DÉTECTER LES LIGNES ÉLECTRIQUES À HAUTE TENSION ENTERRÉES

En novembre 2015, le concours Smart Grids ERDF a récompensé cinq start-up et PME qui proposent des solutions innovantes en matière de « réseaux électriques intelligents ». Parmi eux, le projet développé par l'Institut Charles Gerhardt de Montpellier, en collaboration avec le LCC de Toulouse et un laboratoire coréen, qui ont mis au point des capteurs hydrides capables de détecter le rayonnement électromagnétique des lignes électriques à haute tension enterrées dans le sol. Ce prototype de détecteur portable a été développé en synergie avec la société toulousaine Exem.

Laboratoire de chimie de coordination

### CHROMALYS

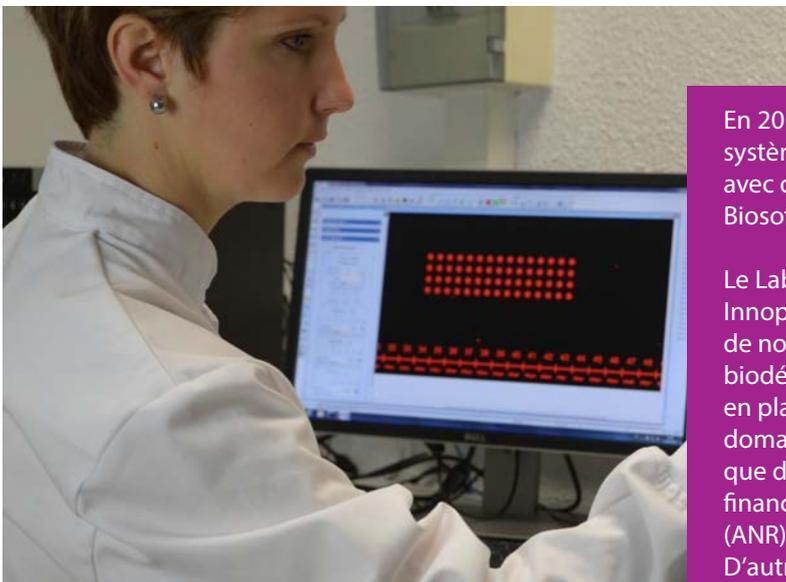
En 2015, un appel à levée de fonds a été lancé par Chromalys. Cette jeune entreprise innovante, hébergée dans les locaux du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales, qui est également son principal partenaire, a pour ambition de rendre possible la visualisation en temps réel de tumeurs mobiles, dans l'objectif d'un meilleur traitement de radiothérapie. Pour cela, l'entreprise conçoit et fabrique des sondes lumineuses et/ou multimodales qui, grâce à une visualisation cellulaire en luminescence, tomographie X et en IRM, permet le marquage ou tracking cellulaire sur de longues durées.

### ENOBRAQ

La start-up EnobraQ, issue des projets de recherche du Laboratoire d'ingénierie des systèmes biologiques et des procédés et financé par *Toulouse White Technology* (démonstrateur préindustriel dans le domaine des biotechnologies), met au point une levure capable d'utiliser le CO<sub>2</sub> et de le transformer en molécules d'intérêt pour l'industrie chimique. À terme, l'objectif est de produire des bioproduits (biocarburants, polymères, ...) à l'échelle industrielle, grâce à des ressources renouvelables sans impact carbone et sans compétition avec l'utilisation alimentaire des ressources agricoles.

### IMACTIV-3D

Développer un candidat médicament dure environ 15 ans et la majorité des développements échoue lors des phases cliniques très coûteuses. La start-up Imactiv-3D permet d'évaluer l'efficacité (à l'échelle micro et macroscopique) de candidats médicaments dès les phases précliniques précoces. Pour cela, elle fait appel à des technologies de microscopie 4D et à des outils de caractérisation élaborés mêlant traitement d'images et analyse statistique. Améliorer l'évaluation des phases précliniques des candidats médicaments en prédisant en amont l'efficacité thérapeutique d'une molécule est donc l'objectif de cette jeune start-up issue des travaux menés à l'Institut des technologies avancées en sciences du vivant.



En 2015, le Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS (LAAS-CNRS) a renforcé son partenariat avec des entreprises en créant deux laboratoires communs Biosoft et Opéra.

Le Labcom Biosoft, issu de l'association entre la société Innopsys et le LAAS-CNRS, est dédié au développement de nouvelles technologies applicables aux systèmes de biodétection médicale. L'objectif de Biosoft est de mettre en place une stratégie d'innovation technologique dans le domaine du diagnostic biologique à l'aide de dispositifs tels que des biopuces ou des biocapteurs. Biosoft bénéficie de financements publics de l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre du programme LabCom.

D'autre part, Essilor et le LAAS-CNRS ont fondé un nouveau laboratoire commun nommé OPERA (Optique EmbaRquée Active) pour une durée de cinq ans. Il réunit une équipe de chercheurs et d'ingénieurs qui poursuivront des recherches sur les verres et lunettes à fonctions actives connectées. Ces technologies émergentes permettront de concevoir de nouvelles générations de verres optiques, plus performantes en matière de correction de la vue et de confort, mais aussi de proposer aux consommateurs d'accéder à de nouveaux usages grâce à leurs lunettes.

### RÉSEAU DE PLATEFORMES GSO TECH

Le Grand Sud-Ouest s'est doté d'un réseau de plateformes régionales GSOTech en novembre 2015. Ce réseau, dédié à la recherche et à la formation, renforce les synergies entre les acteurs de la recherche fondamentale de quatre régions en étant réparti sur six laboratoires et un centre de formation. Cette initiative est pilotée par le LAAS-CNRS, un des piliers du réseau national Renatech (regroupant les six grandes centrales académiques françaises de micro et nano fabrication), et s'inscrit dans une ambition académique nationale de rationaliser l'ensemble des moyens de micro-nanofabrication en France et d'en pérenniser les investissements.

### NOUVEAUX TRANSFERTS DE TTT VERS DES ENTREPRISES DE MIDI-PYRÉNÉES

Toulouse Tech Transfer, la société d'accélération du transfert de technologies de Midi-Pyrénées, a signé deux accords de licence pour transférer des technologies innovantes dans le domaine de la santé issues de nos laboratoires. Un des deux transferts implique le LAAS-CNRS, qui a mis au point une technologie permettant à l'entreprise Picometrics Technologies de concevoir un appareil unique, capable de séparer les composants d'un échantillon biologique et de les concentrer, le tout avec des protocoles très réduits.

Comme chaque année, les chercheur-e-s, ingénieur-e-s et technicien-ne-s des laboratoires midi-pyrénéens se sont impliqué-e-s dans les actions de culture scientifique récurrentes telles que la Fête de la Science, la Nuit européenne des chercheurs ou encore la Semaine du cerveau. D'autre part, un accent particulier a été mis sur les recherches autour de la lumière dans le cadre de l'année internationale de l'UNESCO.



## ANNÉE INTERNATIONALE DE LA LUMIÈRE

À l'occasion de l'Année internationale de la lumière, de nombreuses actions autour de ce thème ont eu lieu en Midi-Pyrénées. De février à mai, une exposition interactive permettant à tous de mieux comprendre les phénomènes scientifiques liés à la lumière, grâce à des expériences sensorielles, a été présentée à l'Espace EDF Bazacle par Science Animation. En préfiguration de l'ouverture du Quai des Savoirs, Toulouse Métropole a organisé en novembre « Lumière sur le Quai », un événement festif et ludique autour du thème de la lumière, proposant ainsi animations et expériences au grand public. D'autre part, l'association Lumipy, qui a pour but d'accompagner et valoriser la mise en œuvre de projets de diffusion de culture scientifique, a proposé toute l'année plusieurs conférences grand public sur le thème de

la lumière. Elle a également coordonné « Des couleurs dans le spectre », projet mobilisant 33 classes de l'Académie de Toulouse afin de réaliser une frise électromagnétique géante qui a été assemblée en décembre à l'occasion d'un colloque des élèves parrainé par l'Université Toulouse III – Paul Sabatier, le labex NEXT et le CNRS. Enfin, le CNRS s'est associé pour la 5e année consécutive avec La Dépêche du Midi pour réaliser la brochure « Le Petit Lumière Illustré ». Cette brochure présente les travaux des laboratoires de Midi-Pyrénées autour de la lumière, en démontrant notamment que cette dernière est une composante-clé de nombreuses recherches en physique, chimie, santé ou encore en astrophysique.

**Le CNRS et le Museum de Toulouse se sont une nouvelle fois associés en 2015 afin de proposer des journées d'échanges et de rencontres entre le monde de la recherche et le public. Ainsi, la journée HTME, pour sa deuxième édition, a exploré le thème du patrimoine tandis que cinq Kiosques Actus ont permis la rencontre directe entre plus de 200 acteurs de la recherche et un public très nombreux.**



## KIOSQUE ACTU

Cinq fois par an, les Kiosques Actus sont l'occasion de s'informer et d'échanger avec les acteurs de la recherche sur un sujet scientifique d'actualité. Ils se déroulent au Museum de Toulouse et réunissent en moyenne 1000 visiteurs par Kiosque. En février 2015, le premier Kiosque de l'année avait pour thème le vieillissement tandis que celui de mars s'intéressait au cerveau. Au mois de juin, « Mimétisme et biomimétisme » ont été les sujets traités durant cette journée d'échange, avant que Jean-Henri Fabre ne soit mis à l'honneur en septembre. Pour terminer l'année, le Kiosque Actu de décembre portait sur les changements climatiques.

## HOMME, TU M'ÉTONNES !

Pour sa 2e édition, la journée interdisciplinaire « Homme, tu m'étonnes ! » avait pour thème « Sciences, patrimoines et numérique ». Cette journée avait pour ambition de s'interroger sur les notions de patrimoines et la façon dont les sciences les appréhendent et les partagent avec la société. Allant de la fouille d'un site archéologique à la reconstitution 3D accessible sur Internet, de nombreux liens existent entre sciences, patrimoines et numérique. En 2015, le carnet de recherche htme.hypotheses.org a vu le jour, permettant ainsi de développer les thèmes de cette journée durant toute l'année !



# Événements de culture scientifique

## FÊTE DE LA SCIENCE

La science a été pleinement à l'honneur grâce aux nombreux laboratoires CNRS en Midi-Pyrénées qui ont proposé des journées portes-ouvertes, des expositions et conférences, permettant ainsi des rencontres fructueuses avec le public. De plus, cette



année, les « Curieuses visites curieuses » ont permis de découvrir autrement des lieux scientifiques, en combinant sciences et imaginaire. Pour cela, deux guides : un scientifique et un conteur, humoriste ou comédien ont scénarisé une visite toute particulière.

## MT180

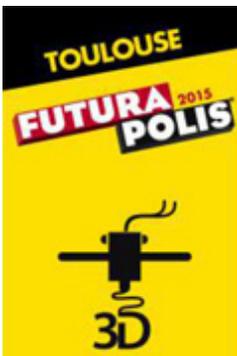
Ma thèse en 180 secondes met au défi les doctorants de toute la France : ils-elles doivent présenter leur thèse en seulement trois minutes ! En 2015, Assia Asrir a remporté le prix du jury en Midi-Pyrénées, tandis que Manon Champier a gagné le prix du public, avant de lancer sa chaîne YouTube de vulgarisation « C'est une autre histoire ».



Découvrez la chaîne YouTube de Marion Champier :



## FUTURAPOLIS



La nanocar race, prévue en octobre 2016 au Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales, a été présentée lors de la 4e édition du salon futurapolis en présence des équipes internationales.

## SEMAINE DU CERVEAU

Une semaine marathon qui permet au public de rencontrer des chercheurs pour apprendre à mieux connaître le cerveau à travers de très nombreux événements. Ainsi, chacun a pu assister à une projection-débat autour de l'intelligence artificielle après visionnage du film Eva de Kike Maillo, ou encore participer à l'atelier scientifique « Découvre ton cerveau ! » organisé par l'association InCognu.



## NUIT EUROPÉENNE DES CHERCHEURS

Pour la dixième année consécutive, la Nuit européenne des chercheurs a rassemblé plus de 200 chercheurs de toutes disciplines qui partagent avec le public, le temps d'une soirée, leur passion pour la recherche. Cette année, le thème national de cet événement était « l'Expérience ».



## FESTIVAL D'ASTRONOMIE DE FLEURANCE

Il offre l'opportunité au public de découvrir l'astronomie en présence des meilleurs spécialistes du domaine. Environ 10 000 personnes ont assisté aux conférences, ateliers ou aux soirées d'observations proposées par le festival lors de sa 25e édition.



## EN BREF

### CLUB JEUNES « SCIENCES ET CITOYENS »

Au mois d'octobre 2015 a eu lieu la réunion annuelle des clubs Jeunes « Sciences et citoyens » du CNRS Midi-Pyrénées. Au nombre de 8, ces clubs ont pour vocation de créer un espace de dialogues, d'échanges et de réflexion, entre jeunes et chercheurs, sur des thématiques scientifiques dans tous les champs de connaissance.



**CNRS**

Délégation Midi-Pyrénées  
16, avenue Édouard Belin  
BP 24367  
31055 TOULOUSE Cedex 4  
T 05 61 33 60 00