L'Édition de l'université paris-saclay mars

Année **2020**

Pays **France**

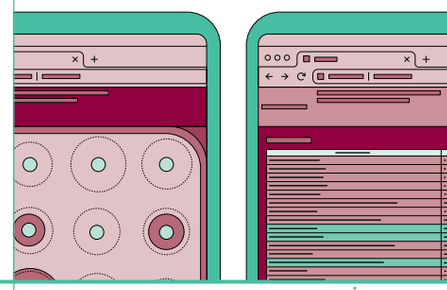
Numéro **12**

Rubrique – Formation – Page 04

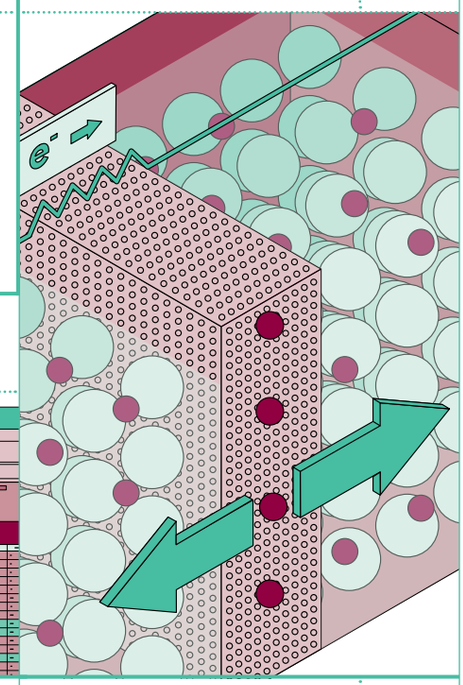
Titre

LES ÉCOLES D'ÉTÉ INTERNATIONALES : UN REGARD VERS DEMAIN

Rubrique et thématique – Business & Innovation – Les sciences de la vie et de la santé – Page 14



Rubrique et thématique – Recherche – Batteries électrochimiques – Page 19

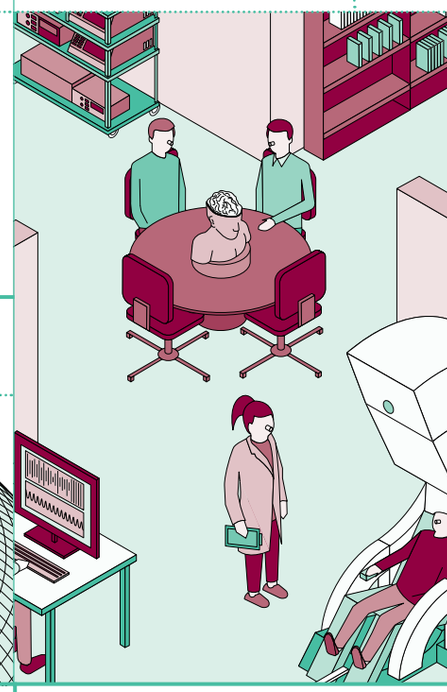


Rubrique – Médiation des sciences – Page 06

Titre

QUAND LE SOUFFLE DE L'AÉRONAUTIQUE ATTEINT LES LYCÉES

Rubrique et thématique – Recherche – Neurosciences et machine learning – Page 16

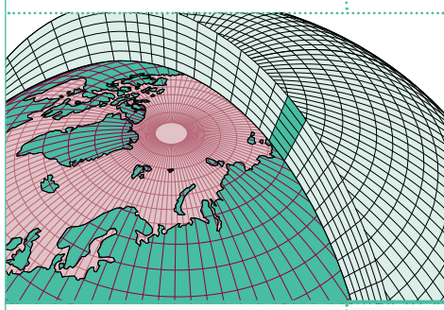


Rubrique – Vue d'ailleurs – Page 23

Titre

AREG MICKAELIAN, OBSERVATOIRE D'ASTROPHYSIQUE DE BYURAKAN, ARMÉNIE

Rubrique et thématique – Recherche – Climat, environnement, biodiversité – Page 08

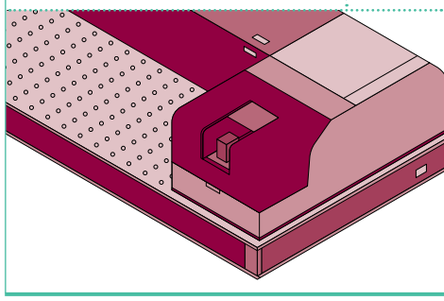


Rubrique – Vie de campus – Page 24

Titre

TOUS EN SCÈNE !

Rubrique et thématique – Recherche – Matériaux anciens et patrimoniaux – Page 11



université PARIS-SACLAY

Adresse

Espace technologique, Bât. Discovery – RD 128 – 1er étage, 91190 Saint-Aubin – France

Site internet

www.universite-paris-saclay.fr

CHERCHEURS

Yves Benoist, chercheur au Laboratoire de mathématiques d'Orsay (Université Paris-Saclay, CNRS) est lauréat du **Prix Léonid Frank 2019** de l'Académie des sciences. Ses travaux concernent l'étude des actions de groupes sur des variétés : géométrie, dynamique, marches aléatoires sur les groupes, représentations.

© S. Cassanas

Jacqueline Bloch, chercheuse au Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N – Université Paris-Saclay, CNRS) est lauréate du **Prix Ampère de l'Électricité de France 2019** décerné par l'Académie des sciences, en récompense de ses travaux pionniers dans le domaine des polaritons de cavité dans les semi-conducteurs.

Patrick Couvreur, chercheur à l'Institut Galien Paris-Sud (Université Paris-Saclay, CNRS), s'est vu attribuer le **Grand Prix Joseph-Achille Le Bel 2019** de la Société chimique de France en récompense de sa contribution au rayonnement de la chimie, notamment son rôle dans le domaine de la vectorisation des médicaments et des nano-médicaments.

© S. Cassanas

Bertrand Eynard, chercheur à l'Institut de physique théorique (IPhT – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA) et à l'IHES, est lauréat du **Prix Claude Berthault 2019** de l'Académie des sciences. Il s'intéresse aux matrices aléatoires, à la géométrie aléatoire, aux systèmes intégrables ou encore à la géométrie énumérative.

Slava Rychkov, professeur permanent à l'Institut des hautes études scientifiques (IHES), est lauréat du **Grand Prix Mergier-Bourdeix 2019** de l'Académie des sciences. Il s'intéresse aux théories de champs quantiques et conformes fortement couplés, qui ne sont pas exactement solubles, et leurs applications à la physique des hautes énergies, à la physique statistique et à la matière condensée.

© Cyril Frésillon / LMT / CNRS Photothèque

François Hild et **Stéphane Roux**, chercheurs au Laboratoire de mécanique et technologie (LMT – Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS) se sont vus décerner le **Prix Jaffé 2019** de l'Académie des sciences pour leurs travaux sur la mécanique expérimentale.

Quentin Merigot, professeur au Laboratoire de mathématiques d'Orsay (Université Paris-Saclay, CNRS) est lauréat du **Prix Blaise Pascal du GAMNI-SMAI (Sciences mécaniques et informatiques) 2019** de l'Académie des sciences. Ses travaux associent analyse, théorie de la mesure, géométrie discrète et algorithmique.

© UPSaclay

Julien Nicolas, chercheur à l'Institut Galien Paris-Sud (Université Paris-Saclay, CNRS), est lauréat du ***Biomacromolecules / Macromolecules Young Investigator Award 2019*** pour ses travaux concernant l'utilisation des polymères pour les applications biomédicales.

Nicolas Curien, professeur au Laboratoire de mathématiques d'Orsay (Université Paris-Saclay, CNRS) est lauréat du **Prix Jacques Herbrand 2019** de l'Académie des sciences. Ses travaux portent sur les cartes planaires aléatoires et les objets aléatoires qui y sont associés.

ÉTUDIANTS

© Fondation L'Oréal / Jean-Charles Caslot

Lisa Bugnet, doctorante au laboratoire Astrophysique, instrumentation et modélisation de Paris-Saclay (AIM – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA) est lauréate du **Prix Jeunes talents France 2019 pour les femmes et la science** de la Fondation L'Oréal. Sa thèse s'intitule «Interpréter le rire des étoiles».

© S.Bonnet / FFJDA

Hugo Fonghetti et **Joseph Terhec**, tous deux étudiants en 3e année de masseur kinésithérapeute à la Faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay, ont respectivement remporté le titre de **vice-champion de France -66kg** et de **champion de France +100kg** lors des Championnats de France seniors 1re Division.

© Fondation L'Oréal / Jean-Charles Caslot

Diana García García, doctorante à l'Institut des neurosciences Paris-Saclay (NEURO-PSI – Université Paris-Saclay, CNRS) a reçu le **Prix Jeunes talents France 2019 pour les femmes et la science** de la Fondation L'Oréal. Sa thèse porte sur «La dégénérescence de la rétine : l'espoir des cellules souches».

ENTREPRISES

NEOLITHE

La start-up **Néolithe**, issue d'AgroParisTech et de l'École polytechnique, est lauréate nationale du **Prix PÉPITE 2019**. Elle propose de transformer les déchets ménagers non-recyclables en granulats minéraux utilisables en tant que matériaux de construction pour le BTP (routes et bétons).

EZYMOB
IMESCIA
Valomat

EZYMOB, issue de Polytech Paris-Sud, **Imescia**, issue de l'Université Paris-Sud, et **Valomat**, issue de CentraleSupélec, sont lauréates du **Prix PÉPITE PEIPS 2019**. EZYMOB propose un assistant personnel capable d'apporter aux déficients visuels une autonomie complète dans les transports en commun. Imescia développe une nouvelle technologie de formulation pour l'administration d'anticancéreux par voie sous-cutanée. Valomat propose de créer le circuit du réemploi pour les industriels.

© UPSaclay

Depuis le 1er janvier 2020, l'Université Paris-Saclay est devenue une université de plein exercice, riche de son histoire et de son potentiel exceptionnel portés par ses composantes et ses établissements-composantes, et enrichis par un partenariat fort avec sept organismes nationaux de recherche et l'association avec deux universités du territoire. Elle poursuit sa transformation et concrétise une évolution majeure de l'enseignement supérieur et de la recherche français. Avec l'Université Paris-Saclay, la France offre aux étudiants et aux équipes de recherche un modèle d'université contemporain, qui dépasse les clivages anciens, pour répondre aux standards internationaux.

L'Université Paris-Saclay propose désormais une offre de formation complète et variée en licence, master et doctorat, dont la qualité est reconnue internationalement, grâce à la réputation de sa recherche et de son corps enseignant. Ses cinq facultés en sciences, médecine, pharmacie, droit-économie-gestion, sciences du sport, ses trois instituts universitaires technologiques, dans les domaines scientifiques et techniques à Cachan et à Orsay, et dans le tertiaire à Sceaux, son école d'ingénieur universitaire – Polytech Paris-Saclay –, et les quatre grandes écoles, établissements composantes – AgroParisTech, CentraleSupélec, ENS Paris-Saclay et Institut d'Optique Graduate School, – portent cette offre avec des formations thématiques et interdisciplinaires de pointe, en sciences et ingénierie, sciences de la vie et santé, et sciences humaines et sociales. Deux universités membres-associés (UVSQ et Université d'Évry) nous permettent d'élargir encore notre palette de formations, de recherche et d'innovations.

Les 275 laboratoires partagés par l'Université Paris-Saclay, ses établissements composantes et universités membres-associés, avec le CEA, le CNRS, l'IHES, l'INRAE, l'Inria, l'Inserm et l'ONERA, représentent 13 % du potentiel de recherche français.

J'ai l'honneur et l'immense fierté d'avoir été élue, le 2 mars 2020, Présidente de cette grande université dont les instances de gouvernance sont également en place. Je voudrais remercier pour cela Françoise Moulin Civil qui, en tant qu'administratrice provisoire, a œuvré au démarrage de notre université durant ces premiers mois. Au nom de tous, je lui rends aujourd'hui un vibrant hommage.

L'Université Paris-Saclay en 2020, c'est tout ce que l'enseignement supérieur et la recherche font de mieux en France, réuni au sein d'une université ouverte, ambitieuse et engagée.

Je vous souhaite une bonne lecture et vous invite à nous découvrir prochainement sur un de nos campus !

Sylvie Retailleau,
Présidente de l'Université Paris-Saclay

L'Université Paris-Saclay

AgroParisTech université PARIS-SACLAY
CentraleSupélec université PARIS-SACLAY
école normale supérieure paris-saclay université PARIS-SACLAY
INSTITUT D'OPTIQUE GRADUATE SCHOOL ParisTech université PARIS-SACLAY
IHES
université évry université PARIS-SACLAY
UVSQ université PARIS-SACLAY

cea cnrs INRAE Inria Inserm ONERA

Titre

Les écoles d'été internationales : un regard vers demain

© C2N / Université Paris-Saclay

Véritables mises en lumière des talents au sein de l'Université Paris-Saclay, les écoles d'été lauréates du programme de financement « Écoles thématiques internationales de l'université » allient enseignement de pointe et dimension internationale.

« *Promouvoir les talents* ». C'est ainsi que Martine Husson, directrice adjointe des relations internationales à l'Université Paris-Saclay, dépeint les objectifs des écoles d'été lauréates du programme de financement Écoles thématiques internationales de l'université. « *L'école d'été est une vitrine de l'excellence de la recherche du site* », renchérit Roxane Brachet, chargée de mission Développement scientifique et académique à Genopole et coordinatrice de l'école d'été internationale *Bioinformatics and biostatistical tools in medical genomics*.

Une offre riche et variée

En 2019, une vingtaine d'écoles thématiques a été proposée par les laboratoires et établissements de l'Université Paris-Saclay, dont quatre sélectionnées par le programme Écoles d'été France Excellence de l'Ambassade de France en Chine. Sciences de la vie, physique des ondes et de la matière, mathématiques ou encore sciences et technologies de l'information et de la communication, toutes ces écoles d'été s'ancrent dans des domaines variés – neuf au total – et dans l'actualité de la recherche. Tandis que *Quantum Future Academy* – fruit d'un partenariat entre le *Karlsruher Institut für Technologie*, l'Université de Strasbourg, l'*Universität des Saarlandes* et l'Université Paris-Saclay – proposait à ses étudiants de découvrir les liens existant entre physique quantique et nouvelles technologies, *Industry 4.0*, portée par CentraleSupélec et l'ENS Paris-Saclay, invitait ses participants à se familiariser avec les outils industriels 4.0 et à s'interroger sur la façon dont les industriels se les approprient. *Bioinformatics and Biostatistical Tools in Medical Genomics* (Genopole) se penchait, pour sa part, sur l'usage des statistiques et des outils bio-informatiques pour l'analyse de génomes.

Haut niveau et exigence

Ces écoles d'été remplissent plusieurs objectifs. « *Elles apportent une formation de haut-niveau* », souligne Roxane Brachet, qui rappelle que « *le domaine de la génomique évolue très vite* ». Les sélections sont d'ailleurs exigeantes. « *Nous les avons établies sur CV, lettre de motivation et relevés de notes. Il fallait également que les postulants aient suivi au moins un cours élémentaire de mécanique quantique* », raconte Amandine Duraz, coordinatrice de *Quantum Future Academy*. Martine Husson y voit aussi un « *produit d'appel* », apportant un coup de projecteur plus large sur l'offre de formation et sur les travaux menés sur les sites de l'Université Paris-Saclay. « *Cela permet de montrer que, sur Paris-Saclay, nous travaillons sur cette problématique* », confirme Bernard Yannou, directeur du Laboratoire génie industriel (LGI – Université Paris-Saclay, CentraleSupélec), au sujet de *Industry 4.0*. Il s'agit aussi « *de faire connaître le laboratoire à un public qu'on n'a pas l'habitude de toucher à l'international* », explique Christophe Tournier, directeur du Laboratoire universitaire de recherche en production automatisée (LURPA – Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay).

Une dimension internationale

En effet, les écoles d'été voient bien au-delà des frontières hexagonales, tant du côté des intervenants que des participants. « *De nombreuses délégations internationales s'intéressent à ces outils de formation*, rappelle Martine Husson. *Notre rôle est de les promouvoir et de les rendre attractifs pour les étudiants et chercheurs internationaux.* » Allemands, Pakistanais, Lituaniens et Vietnamiens ont ainsi pris part à *Bioinformatics and Biostatistical Tools in Medical Genomics*. « *Ils ont bénéficié de conférences et d'ateliers réalisés par des scientifiques internationaux de renom et des experts des domaines de la biostatistique et de la bioinformatique* », précise Roxane Brachet. *Quantum Future Academy* a joué, pour sa part, la carte ultra-rhénane. Sur les 30 participants, la parité était parfaite entre Français et Allemands. L'école d'été s'est d'ailleurs faite nomade, de Karlsruhe à Paris-Saclay en passant par Strasbourg et Sarrebrück. Lors de la cérémonie de clôture, une intervention remarquée a été faite par Thomas Skordas, directeur de *Digital excellence and science infrastructure* à la Commission Européenne. Côté *Industry 4.0*, Brésiliens, Paraguayens ou encore Sénégalais ont participé à l'aventure. Et les participants ont profité de la venue de Mark Dean de *Flinders University* en Australie, pour parler de l'impact des technologies 4.0 sur les compétences et la société.

Des innovations pédagogiques

En termes d'enseignements, l'innovation est au programme. Au cours de l'école d'été *Industry 4.0*, les étudiants ont visité « l'usine-école ICO de BCG » à Villebon-sur-Yvette (91), où « *deux lignes de productions sont mises en scène avec de nombreuses technologies 4.0*, détaille Bernard Yannou. *Car il ne s'agit pas juste de faire un tour des technologies mais d'en connaître les tenants et les aboutissants afin de choisir les plus efficaces, fiables et rentables en fonction du contexte* ». L'aspect ludique n'est d'ailleurs pas oublié. Les étudiants de *Industry 4.0* ont mobilisé les connaissances acquises au cours de l'école d'été lors d'un jeu de plateau ayant pour thème l'envoi d'une navette sur Mars. « *Il s'agissait de faire des composants pour des maisons-bulles sur Mars, mais aussi des panneaux photovoltaïques ou encore des pièces de rechange pour les machines de l'atelier de production* », résume Bernard Yannou. L'idée étant de « *retrouver via le jeu les moyens expérimentaux exploités pendant la formation* », complète Christophe Tournier. Les étudiants de *Quantum Future Academy* ont, pour leur part, réalisé des prototypes de technologie quantique en papier ou en Lego® qu'ils sont ensuite allés présenter à des passants dans la rue, à leurs camarades et à leurs encadrants. « *Cela les obligeait à adopter trois niveaux de discours* », résume Amandine Duraz.

De nouvelles perspectives pour les étudiants

Techniques, internationales mais aussi ludiques : les écoles d'été ont, en tous les cas, suscité l'enthousiasme de leurs participants. « *Cela a beaucoup clarifié mes idées quant aux applications quantiques. Je peux entamer sereinement une thèse (que je voulais déjà faire) en sachant que c'est un domaine prometteur* », explique Seddik, actuellement en M2 *Quantum Physics* à l'ENS et qui a participé à *Quantum Future Academy*. Maxime, un autre étudiant de l'école d'été, confirme : « *Cette école a créé chez moi de nouvelles envies. Auparavant, je voyais la mécanique quantique sous le prisme de l'enseignement et n'avais pas idée que ça pouvait être aussi large. Elle m'a donné des précisions sur le type de recherche que je voulais faire, plus proche du développement* ». Une soif d'avenir qui fait écho à la phrase lancée par le physicien Alain Aspect lors de la cérémonie de clôture de *Quantum Future Academy* : « *Do what you're excited about and you will have a nice career* ».

www.summerschoolcentralesupelec.fr/about/industry-4-0
www.universite-paris-saclay.fr/fr/quantum-academy
www.genopole.fr/spip.php?page=rubrique_event&id_rubrique=1108&event=1108#.XXkZuCgzZPZ

Titre

Quand la réalité virtuelle sert d'outil pédagogique pour la physique nucléaire

© INSTN / CEA

Comment appréhender la physique d'un réacteur nucléaire sans utiliser une installation en fonctionnement ? C'est une question à laquelle l'INSTN (Institut national des sciences et techniques nucléaires) cherche à répondre grâce à la plateforme EVOC (*Enhanced Virtual Open Core*), créée en 2018 et installée au CEA Paris-Saclay. Grâce à cette plateforme multimodale, les étudiants de niveau master appréhendent le fonctionnement d'un réacteur par l'utilisation d'un simulateur couplé à la réalité virtuelle, reproduisant un réacteur de recherche de type piscine. Développée en partenariat avec la Direction de la recherche technique (DRT) et la Direction de l'énergie nucléaire (DEN) du CEA, cette plateforme inédite se compose de deux salles : la première comprend le poste de commande du réacteur avec un pupitre de pilotage et un espace de cours ; la seconde permet aux étudiants, équipés d'un système de réalité virtuelle, d'interagir avec l'environnement du cœur du réacteur. Des éléments tangibles et du son d'ambiance accentuent l'immersion. Un simulateur des phénomènes physiques relie les deux salles. Les étudiants agissent sur le réacteur, observent et relèvent des mesures qu'ils mettent en regard des éléments théoriques dispensés durant leur cursus. EVOC reproduit un environnement nucléaire sans les contraintes associées et la plateforme autorise un apprentissage laissant le droit à l'erreur. Pour le moment, la plateforme s'adresse aux étudiants en master de l'INSTN, mais à terme, elle sera accessible aux formations professionnelles continues et à l'international.

www.youtu.be/2eJvuagiNbw

Titre

Former les futurs journalistes au traitement des questions climatiques

Les changements climatiques et environnementaux représentent une préoccupation majeure pour les générations actuelles. Informer et sensibiliser les populations sont d'une importance primordiale afin de limiter les impacts du dérèglement climatique. Néanmoins, la compréhension et la communication autour de ces sujets ne sont pas toujours choses aisées : une double formation centrée sur les sciences du climat et le journalisme s'avère requise. Tel est l'objectif du master 2 « Appréhender les changements climatiques, environnementaux et sociétaux » (ACCES), proposé en formation initiale ou continue par l'Université Paris-Saclay, en collaboration avec l'École supérieure de journalisme de Lille. Il apporte aux journalistes et communicants francophones, en poste ou encore en formation, une meilleure compréhension des questions climatiques et environnementales et de leurs retombées, et enrichit leur traitement des actualités. Il s'intéresse également aux interactions climat-vivant, à la justice, à l'économie ou encore à l'énergie. Il peut être suivi sur une ou deux années. Dispensé à distance, sous forme d'e-learning, ce master est co-construit par des scientifiques et des journalistes. Le programme s'articule en huit unités d'enseignements thématiques et laisse une grande place à la pédagogie active. Les inscriptions pour la rentrée universitaire 2020/2021 commencent en mars 2020.

www.universite-paris-saclay.fr/fr/education/master/m2-apprehender-les-changements-climatiques-environnementaux-et-societaux-acces-0#presentation-m2

Titre

Quand le souffle de l'aéronautique atteint les lycées

© Onera

© Onera / Aéro Eiffel 100

« *Pour l'aéronautique et l'espace, les souffleries sont tout simplement incontournables* ! », annonce Bruno Chanetz, maître de recherche à l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (Onera) et ancien responsable des souffleries du centre Onera de Chalais-Meudon (Hauts-de-Seine). Et c'est bien pour saluer leur rôle majeur dans les progrès réalisés que plusieurs lycées techniques – le lycée professionnel Louis Girard à Malakoff, le lycée des métiers Alexandre Denis à Cerny, le lycée professionnel Les Frères Moreau à Quincy-sous-Sénart et le lycée Jean-Pierre Timbaud à Brétigny-sur-Orge – de l'académie de Versailles ont récemment unis leurs forces afin de créer, avec l'aide de l'association Aéro Eiffel 100, une maquette de la Grande soufflerie S1Ch de Chalais-Meudon à l'échelle 1/100e. De la modélisation numérique des plans d'origine à l'élaboration de la maquette finale, en passant par la conception de ses ventilateurs mus par moteurs électriques ou des tables support, les lycéens se sont totalement appropriés le projet. La maquette réalisée, de 1,20 m de long, a été présentée en juin 2019 au salon international de l'aéronautique et de l'espace de Paris-Le Bourget.

Un emblème des recherches du centre Onera de Meudon

Inspirée de la soufflerie construite par Gustave Eiffel au début du XXe siècle et installée en 1912 à Auteuil, la soufflerie S1Ch fonctionne comme un gigantesque aspirateur d'air. Évasée à ses extrémités, cette installation tubulaire en béton armé, d'une longueur totale de 120 mètres, est l'œuvre d'Antonin Lapresle, collaborateur du célèbre ingénieur, et de l'architecte Gaston Le Marec, et date de 1935. Cette soufflerie aérodynamique recrée artificiellement les conditions rencontrées lors d'un vol, pour étudier les effets du vent et de l'air, et optimiser la sustentation des engins. Elle est indissociable des progrès réalisés en aéronautique en France dans les années 1950 à 1970. Laissée à l'abandon à partir de 1977, elle devient un monument historique classé en 2000. Aujourd'hui, la maquette réalisée par les lycéens trône fièrement sur la mezzanine de son illustre aînée, la soufflerie Eiffel, à Paris.

www.ecliptique.com/onera

Titre

De jeunes designers et scientifiques, ensemble pour l'innovation

Affiche du prix *Design & Science*

Portée par l'Université Paris-Saclay et le Design Spot depuis 2016, le prix Design & Science de l'Université Paris-Saclay est un programme pédagogique qui rapproche des étudiants en design et en science pour développer des projets innovants sur une thématique de société. Cette initiative permet aux lauréats de recevoir un prix d'une hauteur de 3 000 € ainsi qu'un accompagnement dans un incubateur de start-up.

D'octobre 2019 à février 2020, les étudiants se sont penchés pour cette édition sur le thème : « Agriculture & Mégapoles – produire, distribuer, revaloriser – le défi de l'autonomie ». L'État de Singapour, où 90 % de l'alimentation est importée, a servi de cas d'application.

Cette année, le Conseil économique de Singapour, la région Île-de-France, Engie, Incuballiance, Laval Virtual, Universcience et Strate ont soutenu le projet. Les lauréats ont été annoncés le 27 février 2020, à l'issue d'une finale publique au Palais de la découverte à Paris.

www.designspot.fr/prix-design-science/agriculture-megapoles

Titre

Sortie du Magazine *Pssst !*

Paris-Saclay Science et Société ou *Pssst !* est un nouveau magazine dont l'ambition est de susciter – voire d'assouvir – la curiosité du monde, en mode BD, reportage photo, reportage sur le terrain, portrait, articles courts, jeux. Avec deux numéros par an, ce magazine s'adresse aux lycéens, à leurs familles et à leurs enseignants afin de partager le savoir et les connaissances en train de s'établir dans nos laboratoires de recherche.

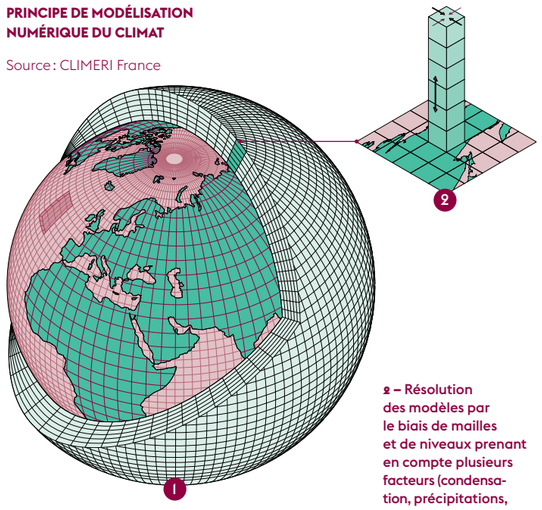
Illustrations page de droite et page 22 : **Nini La Caille**

Titre

Planète en souffrance : l'avenir se joue maintenant

PRINCIPE DE MODÉLISATION NUMÉRIQUE DU CLIMAT

Source : CLIMERI France

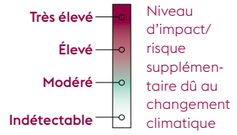


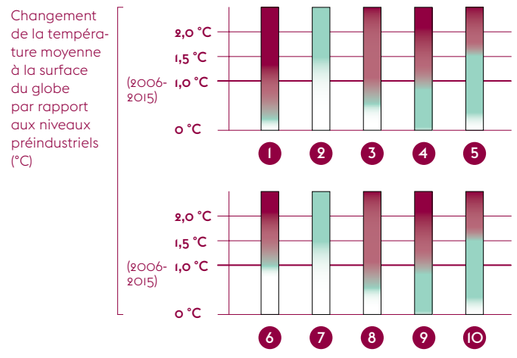
1 – Grille des modèles océaniques, atmosphériques et des surfaces continentales.

2 – Résolution des modèles par le biais de mailles et de niveaux prenant en compte plusieurs facteurs (condensation, précipitations, rayonnement, turbulences, évaporation, traitements de surface), et les échanges s'opérant entre chacun de ces éléments.

INCIDENCES ET RISQUES ASSOCIÉS À UN RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE POUR LES PERSONNES, LES SYSTÈMES ÉCONOMIQUES ET LES ÉCOSYSTÈMES

Source : Rapport spécial du GIEC : Réchauffement climatique de +1,5 °C





1 – Coraux d'eau chaude
2 – Mangroves
3 – Pêche artisanale aux basses latitudes
4 – Région arctique
5 – Écosystèmes terrestres
6 – Inondations côtières
7 – Inondations fluviales
8 – Rendement des cultures
9 – Tourisme
10 – Morbidité et mortalité liées à la chaleur

Les scientifiques du monde entier dressent un alarmant état des lieux des pressions exercées par l'Homme et le changement climatique sur les écosystèmes et la biodiversité de la planète. Ils proposent des éléments de solution face aux risques à venir.

Le temps presse. Jamais une année n'aura à ce point été décisive pour le destin de la planète et de ses habitants. De toutes parts, la communauté scientifique mondiale se mobilise. La publication coup sur coup l'année dernière des rapports spéciaux du Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), des nouvelles simulations numériques réalisées par l'infrastructure nationale de modélisation du système climatique de la Terre CLIMERI-France, et du rapport de la plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), témoigne de la nécessité et de l'urgence d'agir en profondeur.

Alors que la 25e conférence des parties (COP25) de la convention sur le climat vient de s'achever à Madrid, 2020 s'ouvre sur un calendrier à la hauteur des enjeux climatiques et environnementaux : congrès mondial de la nature (UICN) en juin à Marseille, 15e conférence des parties (COP 15) de la convention sur la diversité biologique en octobre en Chine, COP26 sur le climat en novembre à Glasgow. Tous les gouvernements appelés à se réunir savent déjà qu'ils n'ont d'autre choix que de redoubler d'efforts pour réduire drastiquement leurs émissions carbonées et les autres pressions sur la biodiversité, et limiter l'ampleur de la crise.

L'objectif des accords de Paris de 2015 – à savoir contenir la hausse des températures à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels – semble aujourd'hui de plus en plus compromis. Le réchauffement planétaire actuel atteint +1 °C et chaque demi-degré supplémentaire compte. Biodiversité, océans, pêche, agriculture, accès à l'eau, santé, tous les domaines sont déjà touchés et le seront encore davantage, menaçant la sécurité alimentaire mondiale. Pour éviter un réchauffement climatique de 2 °C à la fin du siècle, les rejets de CO_2 doivent diminuer de 25 % d'ici 2030 et devenir nuls en 2070. Pour rester en-dessous de +1,5 °C, ces émissions doivent être réduites de moitié d'ici 2030 et nulles en 2050.

Développées dans le cadre de la préparation du sixième rapport d'évaluation du GIEC – à paraître fin 2021 –, les simulations numériques de la plateforme CLIMERI-France, diffusées en septembre 2019, sont les premières du programme d'intercomparaison des modèles du climat (CMIP) dans sa phase actuelle. Ces modélisations françaises arguent d'un réchauffement en 2100 plus important qu'estimé précédemment : +6,5 à +7 °C par rapport à l'ère préindustrielle selon le scénario le plus pessimiste des trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre. « *Dans le monde, il existe une vingtaine de centres de modélisation du climat et une trentaine de modèles de simulation à 100 ans*, explique François-Marie Bréon, directeur-adjoint du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Université Paris-Saclay, UVSQ, CNRS, CEA). *CLIMERI réunit les deux modèles français : celui de l'Institut Pierre-Simon Laplace, auquel concourent le LSCE et le Laboratoire "atmosphère, milieux, observations spatiales" (LATMOS – Université Paris-Saclay, UVSQ, Sorbonne Université, CNRS), et celui du Centre national de recherches météorologiques.* »

Des experts du climat au chevet de la planète

Organe des Nations unies créé en 1988, le GIEC est une des plus importantes organisations intergouvernementales contribuant à l'enrichissement des connaissances sur l'évolution du climat. Son objectif est de fournir aux décideurs, à intervalles réguliers, des évaluations liées aux changements climatiques, pour les aider à asseoir leurs politiques climatiques. Ces rapports se basent sur la littérature scientifique et en présentent une synthèse objective et transparente, ainsi que des stratégies d'adaptation et d'atténuation. « *Le GIEC ne réalise pas de recherches en propre. Il regarde ce sur quoi il y a consensus ou non. Si les données d'observation ou théoriques manquent et qu'il n'y a pas de relation physique claire, il se montre prudent en donnant des intervalles de confiance* », souligne François-Marie Bréon.

> **« Le GIEC ne réalise pas de recherches en propre. Il regarde ce sur quoi il y a consensus ou non. »**
> **François-Marie Bréon**

Trois rapports spéciaux, commandés à la suite de la COP 21, ont été publiés en octobre 2018, août 2019 et septembre 2019. Ils abordent respectivement les effets d'un réchauffement climatique à +1,5 °C ou +2 °C, les pressions des êtres humains et du changement climatique sur les terres émergées, et les répercussions du changement climatique sur les océans et la cryosphère (les portions de glace de la planète). Pour chacun, plus d'une centaine d'experts issus de plusieurs dizaines de pays ont été mobilisés et des milliers de publications scientifiques, jusqu'à 7 000 pour celui sur l'océan et la cryosphère, ont été référencées.

Océan et cryosphère en péril

Eléments indispensables à la vie sur Terre, l'océan et la cryosphère s'avèrent durement touchés. Jusqu'à présent, l'océan a absorbé plus de 90 % de la chaleur excédentaire de la planète, et 20 à 30 % des émissions anthropiques de CO_2. Résultat : il se réchauffe et s'acidifie. Ce réchauffement réduit son brassage et diminue l'apport en oxygène et en nutriments de la faune et la flore marines : il devient moins fécond, avec des effets néfastes pour la pêche.

De la même manière, les glaciers, la neige, la glace et le pergélisol – la partie du sol gelée en permanence – subissent un inexorable déclin. Les plus petits glaciers perdraient jusqu'à 80 % de leur masse actuelle d'ici 2100. La fonte du pergélisol devrait se généraliser au XXIe siècle. Un réchauffement planétaire nettement inférieur à 2 °C entrainerait son dégel en surface à hauteur de 25 %, un chiffre qui grimpe à 70 % si les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter fortement. Le carbone organique renfermé par le pergélisol arctique et boréal, et libéré sous l'action du dégel, entrainerait alors une forte hausse des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les glissements de terrain, les avalanches, les chutes de pierre et les inondations s'accentueront, impactant sérieusement les loisirs, le tourisme et les biens culturels. Aujourd'hui 670 millions de personnes vivent dans des régions de haute montagne et l'Arctique accueille quatre millions de personnes. Des populations parmi les plus exposées aux aléas et à la diminution d'eau disponible.

La fonte des glaciers et des calottes glaciaires fera monter le niveau de la mer : entre 30 à 60 cm d'ici 2100 si les émissions de gaz à effet de serre diminuent fortement et le réchauffement climatique se limite à +2 °C, et entre 60 à 110 cm dans le cas contraire. Cette élévation conduira à ce que les évènements extrêmes (cyclones, tempêtes) aboutissent à des inondations dévastatrices beaucoup plus souvent que par le passé. 680 millions de personnes vivent actuellement dans des zones côtières à faible élévation et 65 millions dans de petits États insulaires.

Menaces sur la biodiversité

Paru au printemps 2019, le rapport de l'IPBES – l'équivalent du GIEC pour la biodiversité mondiale – pose un bilan des changements survenus ces dernières décennies sur la biodiversité et les écosystèmes naturels. Plusieurs centaines d'experts internationaux ont épluché plus de 15 000 références scientifiques, sources gouvernementales et savoirs autochtones et locaux. Leur conclusion est sans appel : sur les huit millions d'espèces animales et végétales que compte la planète, environ un million est aujourd'hui menacé d'extinction. Plus de 40 % des amphibiens, un tiers des récifs coralliens et des mammifères marins, un quart des vertébrés terrestres et d'eau douce, 10 % des insectes sont en péril. Depuis 1900, l'abondance moyenne des espèces dans leur habitat terrestre a diminué de 20 %.

Outre le changement climatique, quatre facteurs sont en cause : un changement d'usage des terres et de la mer, l'exploitation directe de certains organismes, la pollution et les espèces exotiques envahissantes. Alors que les vingt objectifs d'Aichi en matière de biodiversité risquent de ne pas être atteints en 2020, certaines de leurs déclinaisons vont pourtant dans le bon sens. « *Il y a par exemple plus d'aires protégées, plus de moyens alloués à la protection de la nature* », souligne Paul Leadley, du laboratoire Écologie, systématique et évolution (ESE – Université Paris-Saclay, CNRS, AgroParisTech) et auteur principal du rapport. Dans le même temps, l'ensemble des indicateurs de biodiversité est en déclin. « *Le problème vient du fait que les pressions exercées sur la biodiversité continuent d'augmenter : occupation des terres, écosystèmes grignotés par l'urbanisme ou l'agriculture, surpêche et pêche illégale, changement climatique, etc. Il faut donc agir sur les deux aspects : protéger la biodiversité et soulager les pressions exercées.* »

Car la perte de biodiversité est à la fois un problème environnemental mais aussi économique, sociétale et éthique. « *Des efforts ont été réalisés sur certains polluants, tels que l'azote ou le phosphore. Mais d'autres apparaissent, comme les plastiques, qui constituent aujourd'hui un véritable fléau* », commente Paul Leadley. Depuis 1980, leur pollution a été multipliée par dix. Et le chercheur de continuer : « *La biodiversité rend service à l'Homme. La plupart de nos aliments - plus de trois quarts des cultures vivrières mondiales – sont pollinisés par les abeilles domestiques et d'autres pollinisateurs. Avec leur déclin, on observe une baisse des rendements agricoles.* » Sans compter l'importance médicinale : 70 % des médicaments anticancéreux naturels ou synthétiques sont issus de la nature et près de 4 milliards de personnes dépendent principalement des médecines naturelles.

« *Il faut intégrer l'idée que toutes nos actions ont un impact à l'échelle globale : c'est le "telecoupling"*, précise Paul Leadley. *Par exemple, lorsqu'on achète de la viande en France, il est fort probable que l'animal d'origine ait été nourri avec du soja du Brésil. Et que l'huile de palme contenue dans notre pâte à tartiner soit liée à la déforestation.* » Sans oublier la question des espèces invasives, « *qui posent des problèmes aux espèces locales, en termes d'occupation des écosystèmes ou de santé. La grande majorité transitant par bateau ou en avion, les échanges commerciaux en accélèrent l'introduction.* »

La nécessité d'un changement transformateur

Face à ces constats, les rapports du GIEC et de l'IPBES proposent des éléments de solution. En comparant différents scénarios d'évolution et leurs impacts d'ici 2050, l'IPBES indique que sous l'hypothèse d'une transformation majeure des sociétés, il serait possible de stopper la perte de la majorité des indices de biodiversité, voire les améliorer, et de fortement diminuer le taux d'extinction des espèces. « *On peut encore éviter le pire* », confirme Paul Leadley. Le GIEC signale qu'outre la réduction des émissions de gaz à effet de serre, une gestion durable des terres, une réduction de la surconsommation et du gaspillage de la nourriture – un tiers des aliments produits

aujourd'hui sont perdus ou gaspillés –, l'arrêt du défrichement et du brûlage des forêts, et une moindre consommation de bois de chauffage constituent des stratégies pertinentes pour résoudre les problèmes de changement climatique en lien avec les terres émergées.

> **« En limitant autant que possible le réchauffement climatique et en diminuant les pressions exercées sur les écosystèmes, les espèces gagneraient en résilience et en résistance. »**
>
> **Paul Leadley**

Paul Leadley approuve : « *En limitant autant que possible le réchauffement climatique et en diminuant les pressions exercées sur les écosystèmes, les espèces gagneraient en résilience et en résistance.* » Mais cela implique une modification profonde des sociétés. « *Par exemple, sans devenir tous végétariens, on pourrait nourrir dix milliards d'êtres humains rien qu'en mangeant moins de viande, car l'alimentation des bovins et des ovins exerce de fortes pressions sur les terres.* » François-Marie Bréon complète : « *Pour limiter l'augmentation de température à +1,5 °C, il nous faut sortir de nos mauvaises habitudes et aller vers davantage de sobriété, comme réduire le transport aérien.* »

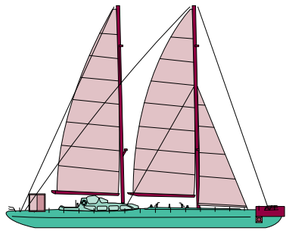
« *Au même titre que le réchauffement climatique, la biodiversité doit devenir une priorité de l'ensemble des gouvernements, de nos entreprises et des citoyens. Il faut l'envisager comme un tout pour aller vers un changement de société plus profond* », conclut Paul Leadley. Un changement appelé désormais à grands cris, pour le bien de tous.

Références

· www.ipcc.ch
· www.climeri-france.fr
· www.ipbes.net

» focus

Froid polaire et bactéries planctoniques



S'appuyant sur des données récoltées lors de l'expédition Tara Océans, plus particulièrement celle menée en Arctique en 2013, un collectif international de chercheurs s'est intéressé à une fraction de la communauté planctonique : les bactéries. « *Il s'agissait de regarder les différences entre le contenu de leurs génomes et la façon dont leurs gènes s'expriment selon l'environnement* », résume Patrick Wincker, directeur du Genoscope – Institut François-Jacob. Des différences sensibles ont été notées. Dans un environnement polaire, le contenu en gènes définit les espèces présentes, alors que dans des environnements moins froids, certaines espèces expriment certains gènes et pas d'autres. « *Dans un environnement polaire, il y a peu de possibilités pour les bactéries de modifier leur comportement. Alors que, dans d'autres régions, elles vont faire preuve de davantage de plasticité* », explique le chercheur.

Publication · Guillem Salazar *et al.*, Gene Expression Changes and Community Turnover Differentially Shape the Global Ocean Metatranscriptome. Cell. Volume 179, Issue 5, 14 November 2019, Pages 1068-1083.e21

» focus

Coup de chaud pour la planète

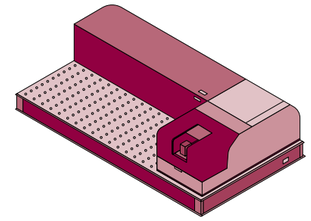
La survenue d'un événement météorologique extrême a-t-elle un lien avec le changement climatique ? C'est autour de cette question que travaille – de façon non financée – un groupe international de climatologues, dont certains de l'Université Paris-Saclay. Ils se sont récemment intéressés aux vagues de chaleur qui ont balayé l'Europe à l'été 2019. « *Il s'agissait de voir si un tel événement pouvait se produire sans changement climatique et de combien l'intensité en variait* », explique Robert Vautard, chercheur au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA, UVSQ).

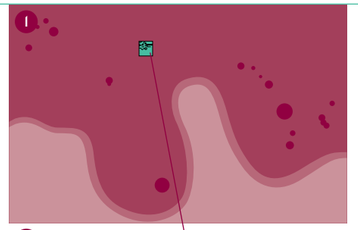
Résultat : le lien entre la canicule rencontrée en juin 2019 et le réchauffement climatique est avéré : « *L'intensité des températures n'aurait quasiment pas pu survenir sans réchauffement*, explique Robert Vautard. *Des événements de même fréquence auraient eu une amplitude de 1,5 à 3 °C plus faible sans le changement climatique.* » Si le réchauffement climatique était stabilisé à 1,5 °C, des vagues de chaleur similaires à celle de l'été 2019 ne continuerait à avoir lieu que rarement. Dans l'hypothèse d'un réchauffement de 3 °C, elles se reproduiraient régulièrement et des vagues de chaleur plus intenses surviendraient.

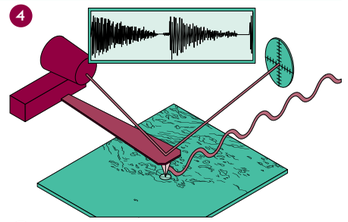
https://www.worldweatherattribution.org/human-contribution-to-record-breaking-june-2019-heatwave-in-france/

Titre

Quand les matériaux anciens et patrimoniaux dévoilent leurs secrets







PRINCIPE DE LA TECHNOLOGIE AFM-IR

1 – Sélection de la zone à imager.

2 – Couplage de la microscopie à force atomique (AFM) et de la spectroscopie infrarouge : la pointe du microscope se pose sur l'échantillon, qui est bombardé d'ondes infrarouges (IR).

3 – Zoom sur la pointe du microscope : l'échantillon absorbe les ondes IR, converties en chaleur, et se dilate. Cette dilatation thermique occasionne des vibrations de la pointe.

4 – Détection des vibrations de la pointe du microscope grâce à un laser et un détecteur à quatre quadrants.

5 – Mesure du déplacement vertical de la pointe et analyse des spectres d'absorption obtenus, qui donnent l'amplitude et la fréquence des modes vibrationnels.

6 – Identification de la composition chimique de l'échantillon selon l'endroit étudié.

Les techniques d'imagerie et de spectroscopie rivalisent d'ingéniosité pour pénétrer au plus profond de la matière et caractériser finement les matériaux du patrimoine culturel, archéologiques, paléo-environnementaux ou paléontologiques.

« *Une œuvre d'art n'est lisible que par approfondissements successifs* », énonçait au XIXe siècle le philosophe Friedrich Nietzsche. Il était alors loin d'imaginer à quel point les méthodes actuelles d'imagerie ou de spectroscopie – méthodes synchrotron, microscopie électronique, imagerie multispectrale, méthodes de datation … –, repousseraient les limites de la connaissance intime d'une œuvre et en révèleraient les secrets de fabrication.

Un objectif qui s'inscrit dans l'ADN même de l'Institut photonique d'analyse non-destructive européen des matériaux anciens (IPANEMA – Université Paris-Saclay, CNRS, ministère de la Culture, UVSQ). Celui-ci soutient et met à disposition de la communauté des matériaux anciens et patrimoniaux un ensemble de techniques et de grands instruments, pour étudier en 2D ou 3D des échantillons et analyser statistiquement des jeux de données. Son mot d'ordre : « *travailler en interdisciplinarité pour contribuer à des projets de fertilisation commune* », confie Loïc Bertrand, fondateur du laboratoire et coordinateur du domaine d'intérêt majeur Matériaux anciens et patrimoniaux (DIM MAP, *voir focus ci-après*).

> **« Une grande dynamique et une haute résolution spatiales sont nécessaires pour distinguer l'hétérogénéité des matériaux. »**
>
> **Loïc Bertrand**

À IPANEMA, les approches sont souvent inédites. Dernièrement, l'équipe a travaillé sur des prélèvements de textiles des musées du Louvre et du Quai Branly, exceptionnellement préservés par leur contact avec des objets en cuivre corrodé, vieux de plusieurs milliers d'années. L'analyse statistique des images de tomographie a permis d'identifier les différentes phases du matériau pour mieux comprendre l'origine du phénomène. Une première en la matière !

Porté par le synchrotron SOLEIL en partenariat avec IPANEMA, le projet MATRIXS4H (*Massive tabular array for inelastic X-Ray scattering for heritage*) verra l'installation sur la ligne GALAXIES du synchrotron, d'un dispositif innovant d'analyse des matériaux anciens par diffusion inélastique de rayons X durs. Il découle de la preuve de concept réalisée par IPANEMA sur des spécimens du Muséum national d'histoire naturelle et des pigments d'artiste. Actuellement en cours d'assemblage, il sera opérationnel en milieu d'année 2020. « *L'étude par imagerie des matériaux hybrides, à la fois organiques et inorganiques, est difficile mais puissante*, souligne Loïc Bertrand. *Une grande dynamique et une haute résolution spatiales sont nécessaires pour distinguer l'hétérogénéité des matériaux. Par exemple, pour bien comprendre les mécanismes de dégradation, il faut en étudier les lois aux différentes échelles : millimétrique, micrométrique et nanométrique.* »

Hétérogénéité mécanique et chimique des matériaux anciens

La future plateforme MUSIICS (*Multiscale infrared imaging platform for complex systems*), portée par Alexandre Dazzi du Laboratoire de chimie physique (LCP – Université Paris-Saclay, CNRS) avec Mathieu Toury du laboratoire IPANEMA, et soutenue par le DIM MAP, vise justement un tel objectif. Le projet est d'ajouter une dimension multi-échelle à la plateforme actuelle de nanoscopie infrarouge du LCP et d'étudier l'hétérogénéité chimique et mécanique des matériaux à l'échelle macro, micro et nano. Au total, trois nouveaux instruments de spectro-microscopie infrarouge rejoindront l'écurie.

« La technologie AFM-IR parvient à une résolution de quelques nanomètres et sa sensibilité autorise l'étude de dépôts moléculaires d'1 nm d'épaisseur. »

Alexandre Dazzi

La technologie, dite AFM-IR, est née au LCP sous la houlette d'Alexandre Dazzi. « *Alors que la microscopie infrarouge classique atteint une résolution maximale de l'ordre de la dizaine de micromètres (µm), la technologie AFM-IR parvient à une résolution de quelques nanomètres (nm) et sa sensibilité autorise l'étude de dépôts moléculaires d'1 nm d'épaisseur* », témoigne l'intéressé. Des performances qui intéressent grandement la communauté des matériaux anciens et patrimoniaux.

Fibres de tissus datant de 5 000 ans, instruments de musique anciens, pigments de peintures de Mondrian, ont ainsi transité entre les mains de l'équipe. Chaque échantillon est un nouveau défi : « *L'instrument utilisé en AFM-IR est constitué d'un micro-levier muni d'une pointe fine qui décrit la surface de l'objet et délivre des spectres infrarouges. Ce levier, très sensible à l'interaction mécanique de la pointe avec la surface de l'objet, rend compte de sa dureté ou sa mollesse, mais parfois ces variations mécaniques sont si hétérogènes qu'elles "brouillent" le résultat. Il faut donc optimiser les protocoles pour réussir à imager l'échantillon.* »

Un nouveau microscope, parmi les futures acquisitions de la plateforme, utilisera un mode d'imagerie de « peak force » pour contrôler la force d'appui du levier et s'affranchir des problèmes d'interaction mécanique. « *Nous serons les premiers dans le monde à utiliser ce modèle commercialisé par la société Bruker courant 2020*, révèle Alexandre Dazzi. *Avec ce genre de système, il sera également possible de scanner l'échantillon sur une large surface.* »

Quand fer et carbone font bon ménage

Révéler les petits secrets des matériaux anciens, voilà quelque chose que Lucile Beck, du Laboratoire de mesure du carbone 14 (LMC14), et Philippe Dillmann, du Laboratoire archéomatériaux et prévision de l'altération (LAPA), tous deux de l'unité Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (NIMBE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA), savent bien faire. Au LMC14, l'équipe développe des techniques pour obtenir l'âge de matériaux qui, à priori, échapperaient à la méthode de datation par le carbone 14. Mise au point dans les années 50, cette méthode fait appel à la mesure de l'activité radiologique résiduelle de l'isotope radioactif du carbone (^{14}C) présent dans les échantillons d'origine organique. « *Depuis les années 80, on mesure la teneur en ^{14}C par spectrométrie de masse par accélérateur, comme au laboratoire* », signale la chercheuse. Une fois extrait, le carbone est réduit en graphite et passe dans l'accélérateur de particules, qui sépare les différents isotopes du carbone et compte le ^{14}C. « *On date ainsi classiquement le bois et le charbon de bois, le papier, la laine, l'ivoire ou les coquilles de foraminifères* ». Ce qui exclut tous les métaux.

« Du fait de la haute température, le carbone du charbon de bois diffuse à l'intérieur du métal sous la forme de dioxyde de carbone et de monoxyde de carbone, et y reste piégé sous forme de carbure de fer. »

Philippe Dillmann

Pourtant, en collaboration avec le LAPA, l'équipe a mis au point un procédé inédit de datation absolue du fer et de l'acier. « *Pour cela, il a fallu décrypter la méthode de production d'acier à partir de fer utilisée à l'époque, et réalisée dans un four à haute température (1 200 °C) chauffé au charbon de bois*, explique Philippe Dillmann. *Du fait de la haute température, le carbone du charbon de bois diffuse à l'intérieur du métal sous la forme de dioxyde de carbone (CO_2) et de monoxyde de carbone (CO), et y reste piégé sous forme de carbure de fer.* » En extrayant le carbone du métal, les chercheurs datent l'arbre ayant servi à la confection du charbon de bois et établissent indirectement l'âge du métal. « *Nous avons ainsi prouvé que les tirants et les chaînages en fer présents dans le chœur de la cathédrale de Beauvais, de la Sainte Chapelle et de la cathédrale d'Amiens, font partie intégrante de ces édifices. Présents dès leur construction, ils n'ont pas fait l'objet d'ajouts ultérieurs* », explique Philippe Dillmann.

Briser les limites de la datation au carbone 14

De son côté, Lucile Beck s'est récemment penchée sur la datation de pigments à base de carbonate de plomb, comme le blanc de plomb, entrant dans la composition de certains cosmétiques (fard à joue) ou peintures de l'Antiquité au XX^{e} siècle. « *La datation par le carbone 14 du blanc de plomb a longtemps été jugée irréalisable, par analogie avec le blanc de Meudon qui est un pigment minéral* », signale la chercheuse. Mais les premières recettes de synthèse de blanc de plomb, datant du IV^{e} siècle, lui mettent la puce à l'oreille. « *On positionnait alors du plomb métallique au-dessus d'un récipient rempli de vinaigre et on l'entourait de matière organique, telle que du fumier de cheval ou des sous-produits de la vigne. On déposait ensuite le tout pendant plusieurs semaines dans un endroit confiné. La poudre blanche obtenue était lavée puis broyée pour servir de pigments ou de cosmétiques.* » La clé est là : en fermentant, le fumier organique génère du CO_2 qui réagit avec le plomb métallique pour former du carbonate de plomb. « *La signature carbone 14 se retrouve dans le carbone du carbonate de plomb et rend le blanc de plomb datable.* »

Aujourd'hui, l'équipe s'intéresse aux pigments blancs présents dans les peintures de la Renaissance. « *Souvent, elles présentent un mélange de blanc de plomb et de blanc de Meudon, additionnés à un liant, et qu'il faut réussir à extraire séparément.* » Cela requiert une méthode thermique particulière. « *En chauffant à 400 °C, on obtient uniquement la décomposition en CO_2 du blanc de plomb, le blanc de Meudon se décomposant à 600-700 °C.* » Une fois récupéré, le CO_2 suit le protocole classique d'analyse par spectrométrie de masse par accélérateur. « *Actuellement, pour obtenir une mesure cohérente, la masse minimale de graphite doit être de 0,2 à 1 mg. Cela implique d'avoir initialement entre 5 et 20 mg de matière, ce qui est impossible avec des matériaux précieux ou limités.* »

« La signature carbone 14 se retrouve dans le carbone du carbonate de plomb et rend le blanc de plomb datable. »

Lucile Beck

Le projet PATRIC14, financé par le DIM MAP, a pour objectif d'abaisser ce seuil grâce à une nouvelle source d'injection. « *Le CO_2 produit par chauffage de l'échantillon est directement injecté dans l'accélérateur.* » Cette source gaz, opérationnelle d'ici la fin 2020, permettra de s'affranchir de l'étape de graphitisation et des manipulations ultérieures.

Publications

· Beck L. *et al.*, Thermal Decomposition of Lead White for Radiocarbon Dating of Paintings, Radiocarbon 61, 2019, pp 1345 – 1356.

· Bertrand L. *et al.*, Synchrotron-Based Phase Mapping in Corroded Metals: Insights from Early Copper-Base Artifacts. Anal. Chem. 2019, 91, 1815–1825.

· Dazzi A. *et al.*, AFM-IR: Technology and Applications in Nanoscale Infrared Spectroscopy and Chemical Imaging. Chem. Rev. 117:5146–5173 (2017).

» focus

DIM MAP : un réseau interdisciplinaire dédié aux sciences du patrimoine et des matériaux anciens

Vaste réseau francilien de recherche, le Domaine d'intérêt majeur « Matériaux anciens et patrimoniaux » (DIM MAP) réunit près d'une centaine de laboratoires de recherche liés à plus d'une trentaine d'établissements ou ministères. Il intègre plus d'une vingtaine d'acteurs économiques et sociaux du monde du patrimoine et de sa valorisation. Son objectif est de développer des connaissances propres aux matériaux anciens par le biais d'une approche pluridisciplinaire mêlant sciences de l'Homme, sciences physico-chimiques, sciences de l'environnement et sciences de l'information.

Il se structure en huit axes de recherche : Objets : provenance, chaînes opératoires, pratiques ; Fossiles et témoins de vie ancienne ; Paléo-environnements et taphonomie : Matériaux d'artistes et matérialité des œuvres ; Altération et conservation ; Analyses en toute sécurité ; Signal, calcul et statistiques ; Usages, archives et réflexivité.

Chaque année, il lance plusieurs appels à projet en vue de financer des allocations doctorales et postdoctorales, des visites de chercheurs étrangers, des équipements fédérateurs, des manifestations scientifiques, et des stages de master 2.

www.dim-map.fr

» focus

Pigment bleu et matériaux du patrimoine culturel

L'analyse de la composition chimique d'un pigment bleu outremer par la laboratoire IPANEMA (Université Paris-Saclay, CNRS, UVSQ), a bénéficié de l'expertise du Professeur Sam Webb, spécialiste de l'imagerie au synchrotron de Stanford (USA). Durant six mois, il a travaillé à l'Université Paris-Saclay dans le cadre d'une chaire d'Alembert, qui favorise l'accueil de scientifiques étrangers dans les laboratoires de l'université.

Sam Webb possède une formation en chimie des matériaux, dans les domaines de l'environnement et de la géologie. Il utilise des techniques basées sur le rayonnement synchrotron pour étudier les contaminants dans l'environnement à l'aide d'analyses aux rayons X non invasives. Fluorescence, spectroscopie, diffraction avec des rayons X, ses expertises interdisciplinaires l'ont amené à suivre l'évolution des pigments bleus issus du lapis-lazuli dans des échantillons complexes du patrimoine culturel, exposés à la lumière et à l'humidité.

« *Venir à Paris-Saclay, si proche de Paris et de son extraordinaire patrimoine culturel, a été pour moi un formidable atout pour étoffer mes recherches et accéder à des matériaux uniques.* »

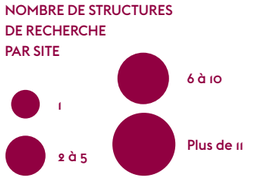
Le programme de recherche comprend également des échanges d'étudiants et de postdoctorants. Sam Webb encadre deux doctorants et trois postdoctorants, entre l'Université Paris-Saclay et l'Université Stanford.

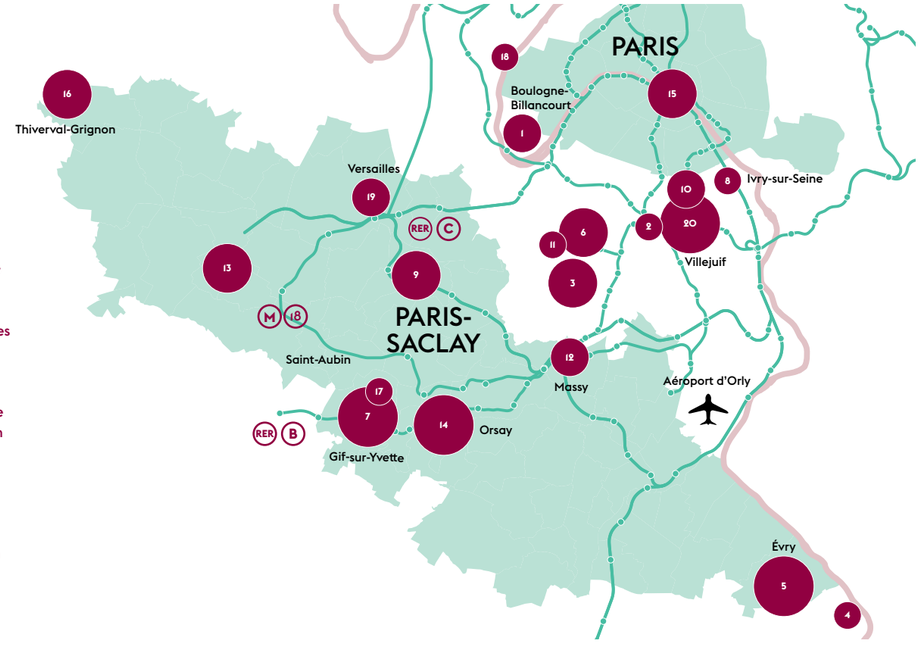
Publication · Rafaella Georgiou *et al.*, Carbon speciation in organic fossils using 2D to 3D x-ray Raman multispectral imaging. Science Advances. 30 Aug 2019: Vol. 5, nº. 8.

Titre

Les sciences de la vie à l'Université Paris-Saclay

Les sciences de la vie et de la santé se structurent à l'Université Paris-Saclay au sein des *Graduate schools* dédiées, qui réunissent laboratoires de recherche et formations.





1 – Boulogne-Billancourt
2 – Cachan
3 – Châtenay-Malabry
4 – Corbeil-Essonne
5 – Évry
6 – Fontenay-aux-Roses
7 – Gif-sur-Yvette
8 – Ivry-sur-Seine
9 – Jouy-en-Josas
10 – Le Kremlin-Bicêtre
11 – Le Plessis-Robinson
12 – Massy
13 – Montigny-Le-Bretonneux
14 – Orsay
15 – Paris
16 – Thiverval-Grignon
17 – Saint-Aubin
18 – Suresnes
19 – Versailles
20 – Villejuif

128 laboratoires

1 400 doctorants

3 050 étudiants de master

1 600 ingénieurs, techniciens, administratifs

600 post-doctorants

2 400 chercheurs et enseignants-chercheurs

Trois laboratoires d'excellence (LabEx) :
– BASC
– LERMIT
– SPS (EUR-SPS)

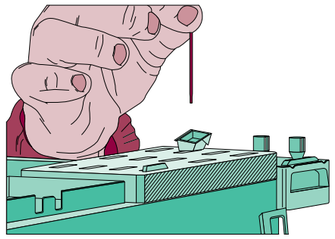
Les Graduate schools :
- Biosphera
- Life Sciences and Health
- Santé publique
- Santé et Médicaments
- Sport, mouvement, facteurs humains

Thématiques majeures :
– Des mécanismes moléculaires aux systèmes vivants
– Santé et bien-être de l'Homme
– Agrosciences, écologie, bio-économie
– Sciences quantitatives et formelles et sciences de la vie
– Génomique, biologie moléculaire et structurale
– Biologie cellulaire et intégrative
– Biotechnologies et biologie de synthèse
– Sciences animales et végétales
– Durabilité des agro-systèmes, écosystèmes et territoires
– Physiologie, physio-pathologie, génétique
– Neurosciences, mouvement, handicap
– Cancérologie
– Immunologie, infectiologie, inflammation
– Microbiologie
– Épidémiologie et santé des populations
– Éthique
– Recherche clinique et innovation thérapeutique
– Imagerie médicale, physique appliquée à la médecine
– Bioinformatique, biostatistiques et data science en santé
– Pharmacie, médecine, chimie et physico-chimie appliquées au médicament
– Intégration des structures vivantes dans leur environnement et l'alimentation
– Sport, mouvement humain et ergonomie

Écoles doctorales :
– Santé publique
– Cancérologie, biologie médecine, santé
– Signalisation et réseaux intégratifs en biologie
– Structure et dynamique des systèmes vivants
– Innovation thérapeutique : du fondamental à l'appliqué
– Sciences du végétal : du gène à l'écosystème
– Agriculture, alimentation, biologie, environnement, santé
– Sciences du sport, de la motricité et du mouvement humain

Masters :
– Sciences du médicament et des produits de santé
– Éthique
– Santé publique
– Agrosciences, environnement, territoires, paysage, forêt
– Biologie-santé
– Biodiversité, écologie, évolution
– Biologie intégrative et physiologie
– Économie de l'environnement, de l'énergie et des transports
– Gestion des territoires et développement local
– Nutrition et sciences des aliments
– Sciences et techniques des activités physiques et sportives
– Entraînement et optimisation de la performance sportive
– Ingénierie et ergonomie de l'activité physique
– Management du sport
– Activité physique adaptée à la santé
– Ergonomie
– Sciences de la vision

GLISS : Faciliter les diagnostics précoces grâce à un traitement de surface



La détection de biomarqueurs commence à s'imposer comme une des technologies les plus prometteuses dans le diagnostic de maladies à partir de fluides biologiques. Avec les avancées dans ce domaine se développent de nombreux récepteurs très spécifiques, qui permettent de mesurer des molécules à des concentrations extrêmement faibles et conduisent à un diagnostic précoce des pathologies. Pour être utilisés, ces ligands doivent être déposés sur des surfaces (ou des nanoparticules), ce qui réduit souvent leur efficacité et la possibilité d'obtenir un diagnostic. Des chercheurs du Laboratoire de biologie et pharmacologie appliquée (LBPA – Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS) ont mis au point une méthode pour traiter par voie chimique les surfaces et les nanoparticules. Ce traitement, appelé GLISS (*General liquid interface specific surfaces*), optimise la position des récepteurs, qui acquièrent alors une efficacité optimale vis-à-vis des biomarqueurs à cibler.

Deux brevets ont été déposés : l'un pour le traitement de surface et l'autre pour l'application sur des nanoparticules. La SATT Paris-Saclay, le CNRS et l'ENS Paris-Saclay ont soutenu la maturation du projet pendant 18 mois et la start-up GLISS, commercialisant cette technologie, devrait voir le jour courant 2020.

www.lbpa.ens-paris-saclay.fr

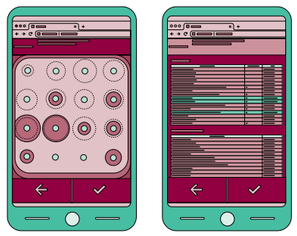
Un outil de l'astronomie au service de la chirurgie

L'optique adaptative (ou OA) est une méthode qui corrige les aberrations optiques en temps réel grâce à un miroir déformable. À l'origine, cet outil était principalement utilisé pour les mesures en astronomie afin de compenser les défauts induits par l'atmosphère. Aujourd'hui, l'OA est développée pour d'autres domaines, comme la médecine et la chirurgie. Grâce à la correction obtenue, il devient possible de visualiser, puis de traiter certaines parties du corps encore inaccessibles, comme l'œil. Si de nombreuses chirurgies sont déjà réalisées sur l'œil, en particulier sur la cornée et le cristallin, la précision de la chirurgie laser actuelle atteint ses limites lorsqu'il s'agit d'aller plus en profondeur dans le globe oculaire. L'équipe de Serge Meimon à l'Onera travaille sur l'application de l'OA à la chirurgie de la rétine, en particulier à la photocoagulation induite par laser – on utilise l'effet cicatrisant et coagulant du laser - pour soigner l'œil de patients diabétiques. L'objectif est de traiter la cornée précisément et en profondeur, afin de limiter la cécité des patients.

Publication • Serge Meimon *et al.*, Optique adaptative pour l'imagerie rétinienne. Photoniques, Numéro 92, Juillet-Août 2018.

www.parisgroup.webstarts.com/index.html

Une application sur smartphone pour lutter contre l'antibiorésistance



Menace sanitaire de grande ampleur pour le XXIe siècle, l'antibiorésistance est la capacité qu'ont certains micro-organismes à survivre aux antibiotiques et à transmettre ce caractère à leur descendance. Elle apparait lors de l'utilisation d'antibiotiques à large spectre, peu efficaces contre toutes les populations de micro-organismes. Une des solutions serait de mieux cibler les antibiotiques utilisés en fonction du type de micro-organismes à éliminer, mais les tests d'antibiorésistance (les antibiogrammes) nécessitent d'importants moyens humains et matériels.

Une initiative portée par des chercheurs du CEA-Genoscope, du Laboratoire de mathématiques et modélisation d'Évry (LAMME- Université Paris-Saclay, CNRS, Université d'Évry), et Médecins Sans Frontières a mené à la création de l'application pour smartphone ASTapp assistant les médecins dans le diagnostic de résistance aux antibiotiques. Elle permet l'examen et l'interprétation des antibiogrammes par analyse d'images en se basant sur les règles de l'*European committee on antimicrobial susceptibility testing* (EUCAST), et aide à choisir les antibiotiques à utiliser. Les chercheurs ont récemment obtenu une bourse Google *AI Global Impact Challenge* pour développer plus avant ce projet, notamment en termes de portabilité de l'application et d'analyse de mécanismes de résistances complexes.

https://fondation.msf.fr/en/projects/astapp-free-diagnostic-tool-antibiotic-resistance-testing

Le cloud personnel, vers un contrôle total de l'utilisateur sur ses données

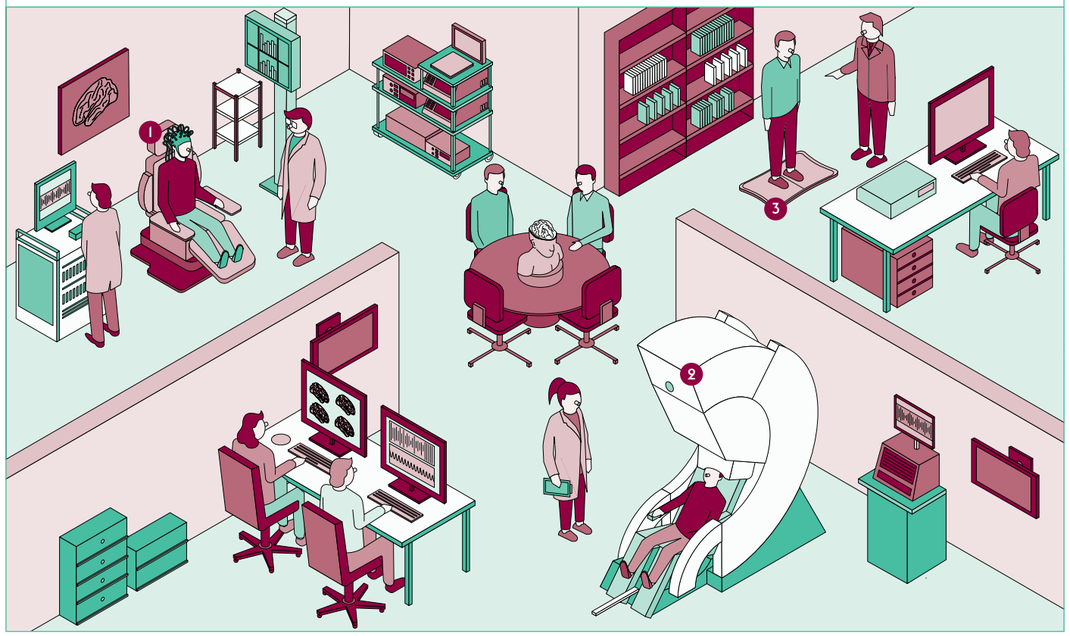
Récupérer le contrôle de ses données personnelles est l'objectif visé par l'équipe Cloud personnel sécurisé (PETRUS) d'Inria Saclay et de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. À l'heure où les grandes compagnies accumulent les données personnelles de leurs utilisateurs sur le cloud et les exploitent en toute opacité, les chercheurs ont développé un nouveau paradigme : le cloud personnel sécurisé. Ils en ont réalisé un prototype : PlugDB. Grâce à lui, chaque individu conserve ses données personnelles au sein d'un serveur restant sous son contrôle. Les traitements effectués sur ces données restent locaux et seuls les résultats autorisés par les utilisateurs sont externalisés et transmis à des tiers. Cette gestion décentralisée n'exclut pas pour autant des traitements croisant les données de multiples utilisateurs au moyen d'algorithmes adaptés.

Ce cloud personnel s'applique déjà à plusieurs domaines. La start-up CozyCloud, récemment créée, permet à l'utilisateur de récupérer et de gérer une partie de ses données bancaires. Un laboratoire conjoint (Inria Innovation Lab), monté entre PETRUS et la société Hippocad, conçoit et déploie un dossier médico-social personnel basé sur PlugDB et facilitant la coordination des soins auprès des personnes dépendantes. Ce dossier, hébergé dans une box hardware sécurisée, reste sous le contrôle du patient. Chaque professionnel n'accède qu'aux informations autorisées. Ce dispositif est en cours de déploiement dans les Yvelines auprès de 10 000 patients, avant une ouverture plus large.

www.project.inria.fr/plugdb/en

Titre

Des algorithmes, des cerveaux et des hommes



1 – Électroencéphalographie (EEG) 2 – Magnétoencéphalographie (MEG) 3 – Wii balance board

Les méthodes statistiques inspirées du *machine learning* s'appliquent de mieux en mieux à la prédiction ou la quantification de troubles neurologiques. Ces recherches interdisciplinaires explorent le cerveau au sein de son enveloppe corporelle dans un contexte clinique.

Branche spécifique de l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique (ou *machine learning*) n'en finit pas d'élargir le champ de ses applications, et ses algorithmes franchissent désormais la porte des hôpitaux et des services spécialisés. Capables d'analyser d'importantes quantités de données, de découvrir des motifs communs, d'apprendre à partir d'exemples et de prédire ou quantifier des comportements, des résultats ou des tendances, ces systèmes informatiques apportent aux cliniciens une aide au diagnostic.

Ces outils modernes figurent au cœur des travaux de recherche de Nicolas Vayatis, directeur du nouveau Centre Borelli, qui les applique dans un contexte clinique. Ce laboratoire interdisciplinaire réunit depuis le 1er janvier 2020, sous une bannière commune, le Centre de mathématiques et de leurs applications (CMLA – Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS) et le laboratoire Cognition Action Group (Cognac G – Université de Paris, CNRS, Service de santé des armées). Les équipes, mêlant mathématiciens, ingénieurs, informaticiens, neurophysiologistes et cliniciens, collaborent étroitement depuis plusieurs années et trouvent ici la consolidation de leur démarche scientifique et un gain de visibilité.

> **« La force de notre travail repose sur un accès aux données de terrain et sur le concours des neurophysiologistes et cliniciens qui orientent la partie quantitative du travail. »**
>
> **Nicolas Vayatis**

Leurs recherches portent sur la quantification de la sensorimotricité (déplacements, gestes, mouvements oculaires…) chez l'Homme sain, altéré ou pathologique – atteint par exemple de troubles neurologiques –, dans le but de fournir des dispositifs optimisant la validation clinique. « *Classiquement, cette validation se fait grâce à des tests statistiques simples, inventés il y a près de 100 ans et généralement appliqués à des échantillons de petite dimension. Les analyses ciblent un nombre très réduit de variables, étudiées séparément, et mettent à jour d'éventuelles différences entre les populations de patients*, rappelle Nicolas Vayatis. *Une telle méthode passe toutefois à côté des différences n'apparaissant qu'en cas d'analyse conjointe des variables.* » Raison pour laquelle le mathématicien et ses collaborateurs cherchent à exploiter toutes les dépendances au moyen du *machine learning* et de ses algorithmes. « *La force de notre travail repose toutefois sur un accès aux données de terrain et sur le concours des neurophysiologistes et cliniciens qui orientent la partie quantitative du travail* », complète Nicolas Vayatis.

Travailler l'ergonomie de dispositifs quantitatifs

En partenariat avec l'Hôpital d'instruction des armées de Percy, les chercheurs ont récemment procédé à l'analyse de l'équilibre en statique de patients atteints de syndromes parkinsoniens. Souvent associée à une instabilité de posture, la chute représente chez ces personnes une importante cause d'invalidité. En temps normal, le clinicien fait appel à son œil et son expérience en routine pour déterminer la propension d'un patient à chuter et établir un diagnostic lors d'une consultation médicale. Des plateformes de force – globalement assez coûteuses – apportent parfois leur concours, en enregistrant le déplacement du centre de pression du patient pendant sa station debout, et en produisant des statokinésigrammes.

> **« Il ne s'agit pas de fournir aux cliniciens un diagnostic automatique, mais une aide à l'objectivation de leurs observations, qui soit cohérente avec leur pratique. »**
>
> **Nicolas Vayatis**

« *L'idée était d'utiliser une Wii balance board – une plateforme de force nettement plus économique – comme instrument de quantification d'équilibre statique* », souligne Nicolas Vayatis. Des jeux de données provenant de 123 patients atteints de syndromes parkinsoniens ont servi à l'étude. Préalablement, les patients ont été départagés en deux groupes – « tombants » et « non-tombants » – à l'aide d'une évaluation clinique et d'un test de Romberg simple. Au final, la méthode statistique mise au point par l'équipe de Nicolas Vayatis a permis d'analyser les statokinésigrammes, de délivrer un grand nombre des caractéristiques posturographiques après un traitement approprié du signal, et de révéler des différences significatives entre les deux groupes de patients.

« *En accédant au signal brut, très riche, en le prétraitant et en maîtrisant toute la chaîne de traitements, on a été capables d'étendre le nombre de paramètres mesurés – près de 1 000 – disponibles pour l'analyse statistique. Selon la pathologie étudiée, tous ne sont pas forcément pertinents. C'est là que s'opère le travail avec le clinicien, pour interpréter ces paramètres et essayer de les agréger en un langage courant.* »

L'appropriation par les neurologues et les cliniciens de l'ensemble de la chaîne de mesures et de traitements de données est une condition sine qua non. « *Il ne s'agit pas de leur fournir un diagnostic automatique, mais une aide à l'objectivation de leurs observations, qui soit cohérente avec leur pratique* », révèle Nicolas Vayatis. À cet effet, l'accent est mis sur l'ergonomie des dispositifs développés – ici une tablette mobile équipée d'un logiciel, avec une interface optimisée –, pour faciliter leur utilisation en routine lors de consultations médicales. Une dizaine de cliniciens du centre Borelli travaillent aujourd'hui avec les prototypes mis au point. Grâce au soutien de la SATT IDF INNOV (aujourd'hui ERGANEO), plusieurs brevets ont été déposés et font l'objet de cessions de licence auprès d'industriels pour l'exploitation de ces technologies. Leur modèle économique reste à affiner et leur inscription dans la liste des actes médicaux remboursés par la sécurité sociale à prévoir.

Électrophysiologie non invasive et santé du cerveau

De son côté, Denis Engemann s'intéresse aux troubles de conscience, qu'il explore par électrophysiologie non invasive. « *Pour moi, chaque maladie est une nouvelle fenêtre ouvrant sur le fonctionnement du cerveau* », précise le psychologue, qui déploie son approche au sein de l'équipe commune Parietal de l'Inria et du département Neurospin (Université Paris-Saclay, CEA). Ses travaux portent sur l'étude de l'activité cérébrale au moyen de l'électroencéphalographie (EEG) et de la magnétoencéphalographie (MEG), et la prédiction, au moyen du *machine learning*, de résultats biomédicaux. Ces deux examens électrophysiologiques et complémentaires mesurent en temps réel l'activité électrique de grandes assemblées de neurones, et fournissent, grâce aux biomarqueurs étudiés, des points de vue uniques sur la santé du cerveau et ses états de conscience. « *Le changement de la puissance alpha est par exemple la signature d'un changement de conscience ou de l'éveil, et se retrouve dans chaque enregistrement EEG humain* », souligne le chercheur.

> **« L'idée est par exemple de réussir à prédire un lien entre les signaux MEG/EEG et un des paramètres de santé du patient. »**
>
> **Denis Engemann**

Face à la complexité des données MEG/EEG (puissance du signal, pics de fréquence…), le chercheur développe des logiciels et des algorithmes spécifiques capables de faire sortir des représentations utiles à la mise au point de modèles statistiques. « *L'idée est par exemple de réussir à prédire un lien entre les signaux MEG/EEG et un des paramètres de santé du patient.* » Bien que les mêmes principes biophysiques gouvernent la MEG et l'EEG, des différences dans l'analyse des données existent. « *Les signaux EEG ont la particularité d'être plus faibles que ceux de la MEG, ils sont davantage bruités par les interférences électromagnétiques environnantes. Il faut mettre au point des méthodes de traitement spécifiques pour nettoyer automatiquement les signaux et isoler le signal d'intérêt.* »

Lever le voile sur l'anesthésie

Dernièrement, une collaboration avec l'hôpital de Lariboisière à Paris a amené le chercheur et son équipe à s'intéresser au lien entre anesthésie et vieillissement. « *Il y a un intérêt pratique et sociétal à comprendre comment automatiser le dosage de l'anesthésique administré au patient dans le bloc opératoire* », avance le chercheur. Lors d'une opération chirurgicale, l'anesthésiste administre le médicament pour induire chez le patient une perte de conscience, l'immobiliser, et permettre à l'équipe chirurgicale d'opérer sans douleurs. Tout au long de l'acte chirurgical, le praticien suit la profondeur de conscience du patient et observe ses paramètres physiologiques (fréquence cardiaque, tension artérielle, saturation sanguine en oxygène…). Lorsque ces paramètres ne sont plus optimaux, il sait souvent intuitivement et par expérience comment adapter le dosage de l'anesthésique en fonction du sexe ou de l'âge du patient. « *Les méthodes statistiques que nous développons au sein de l'équipe cherchent à automatiser ces intuitions.* »

> **« Il faut mettre au point une méthode de traitement du signal, pour nettoyer automatiquement les signaux et isoler le signal d'intérêt. »**
>
> **Denis Engemann**

Car parfois apparaissent, de façon post-opératoire, certains problèmes vraisemblablement liés à l'anesthésie. « *Notre travail s'attache à expliciter la relation existant entre médication, effets physiologiques, profondeur de l'anesthésie et résultats de l'opération. Si on connaît bien le lien entre l'âge physiologique, l'âge du cerveau et le signal du cerveau, il devient alors*

possible de prédire le besoin de médication et l'optimiser. »

Récemment, le chercheur a développé des modèles statistiques capables de prédire l'âge d'une personne à partir d'enregistrements MEG couplés à la neuroimagerie (IRM et IRMf). Pour cela, il a disposé de plus de 650 jeux de données publiques provenant du Centre d'étude du vieillissement et des neurosciences de l'Université de Cambridge (Cam-CAN). « *L'idée est de lier la prédiction de l'âge des personnes à celle de l'apparition de troubles neurodégénératifs.* » Au cours de l'étude, le chercheur a constaté des variances résiduelles entre âge prédit et âge physiologique. « *Chez les personnes dont l'âge prédit a été exagéré, on a trouvé des capacités cognitives plus faibles que les autres* », confirme Denis Engemann. Les neurosciences et le machine learning n'ont pas fini de s'inspirer réciproquement…

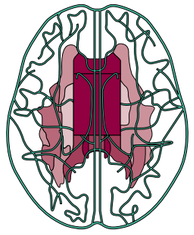
Publications

· Denis Engemann *et al.*, Combining electrophysiology with MRI enhances learning of surrogate-biomarkers. Novembre 2019. https://doi.org/10.1101/856336

· Nicolas Vayatis *et al.*, Revealing posturographic features associated with the risk of falling in patients with Parkinsonian syndromes via machine learning. https://arxiv.org/abs/1907.06614

» focus

Un biomarqueur du trouble bipolaire ?



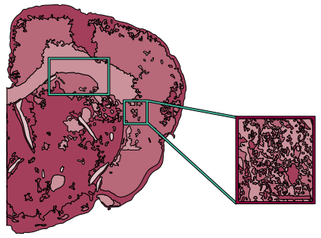
En collaboration avec le consortium ENIGMA (groupe international de chercheurs partageant les données d'imagerie cérébrale), les chercheurs en psychiatrie de NeuroSpin (Université Paris-Saclay, CEA) et de l'Institut Mondor de recherche biomédicale de Créteil (Inserm) ont coordonné une enquête majeure. Ils ont étudié les données d'imagerie par résonance magnétique de diffusion (IRMd) de 3 033 sujets répartis dans douze pays. 1 482 d'entre eux souffraient de troubles bipolaires tandis que 1 551 étaient des sujets contrôles non malades. L'IRMd est une technique récente d'imagerie, qui permet d'étudier la connectivité anatomique dans le cerveau (les « autoroutes de l'information » cérébrales, destinées à la communication entre les aires cérébrales).

Alors que jusqu'à présent on pensait que les symptômes de ces troubles étaient liés à des anomalies de la connectivité anatomique situées dans le « cerveau émotionnel », les résultats de l'étude montrent qu'en réalité, ces anomalies concernent tout le cerveau et notamment le corps calleux, le réseau de fibres reliant les hémisphères gauche et droit. Ces anomalies constitueraient un marqueur robuste de la maladie, au regard de l'échantillon étudié, le plus conséquent à ce jour.

Publication · P. Favre *et al.*, Widespread white matter microstructural abnormalities in bipolar disorder: evidence from mega- and meta-analyses across 3033 individuals. Neuropsychopharmacology, vol. 44, p 2285–2293 (2019).

» focus

Quand le cerveau donne des infos



À la suite de l'inoculation d'un homogénat constitué de bouts de cerveau de malades Alzheimer, les chercheurs du Laboratoire des maladies neurodégénératives : mécanismes, thérapies, imagerie (Université Paris-Saclay, CEA, CNRS) et leurs collaborateurs ont constaté chez les primates inoculés le développement de troubles du comportement, d'une atrophie du cerveau, mais aussi deux lésions (amyloïdes bêta et tau) retrouvées chez les malades d'Alzheimer. L'activité des cellules est également altérée.

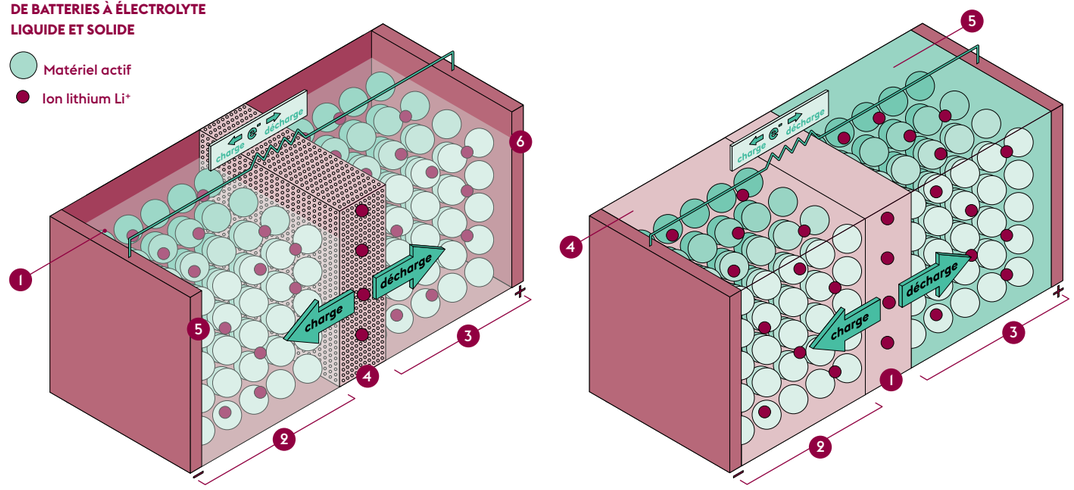
« *Dans le cerveau des malades Alzheimer, il y a donc des éléments qui induisent une pathologie chez un primate,* résume Marc Dhenain, chercheur au laboratoire, et qui invite à la prudence. *Ces résultats ne nous permettent pas de dire que la maladie est infectieuse, seulement que certaines choses peuvent se transmettre.* »

Publication · Charlotte Gary *et al.*, Encephalopathy induced by Alzheimer brain inoculation in a non-human primate. Acta Neuropathologica Communications (2019) 7:126.

Titre

À la recharge des batteries électrochimiques de demain

CHARGEMENT ET DÉCHARGEMENT DE BATTERIES À ÉLECTROLYTE LIQUIDE ET SOLIDE



A – BATTERIE À ÉLECTROLYTE LIQUIDE

1 – Électrolyte liquide organique

2 – Couche de l'électrode négative

3 – Couche de l'électrode positive

4 – Séparateur

5 – Électrode négative

6 – Électrode positive

B – BATTERIE À ÉLECTROLYTE SOLIDE

1 – Électrolyte solide inorganique

2 – Couche de l'électrode négative

3 – Couche de l'électrode positive

4 – Matériau de l'électrode négative

5 – Matériau de l'électrode positive

Batteries lithium-ion, sodium-ion ou magnésium-ion, batteries tout solide, les chercheurs de l'Université Paris-Saclay réfléchissent à de nouveaux systèmes de stockage et de conversion d'énergie, pour gagner en autonomie et longévité.

En octobre dernier, l'Académie suédoise a attribué le prix Nobel de chimie 2019 aux inventeurs de la batterie lithium-ion (Li-ion) et distingué l'une des grandes avancées technologiques du XXe siècle. Des premières mises au point dans les années 70 aux applications actuelles, cette batterie rechargeable a bouleversé les modes de stockage et de production d'énergie, jusqu'à occuper aujourd'hui une place prépondérante sur les marchés de l'électronique nomade à l'automobile électrique.

Basé sur la circulation d'ions lithium entre deux électrodes solides au moyen de réactions chimiques, son principe de fonctionnement aboutit à la conversion d'énergie chimique en énergie électrique. Présents dans un électrolyte (un mélange de solvants organiques et de sels dissous), les ions lithium (Li^+) circulent réversiblement d'une électrode à l'autre au gré des cycles de charge/décharge. L'électrode positive (cathode), actuellement en oxyde de cobalt lithié, et l'électrode négative (anode), souvent en graphite, échangent leurs ions lithium au cours d'un cycle complet.

> **« À chaque fois qu'on perd du lithium ou qu'on l'empêche de travailler, c'est de la capacité en moins pour le système. »**
>
> **Sylvain Franger**

« *L'avantage majeur des batteries Li-ion est leur importante capacité énergétique par unité de masse et de volume* », commente Sylvain Franger, de l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – Université Paris-Saclay, CNRS). Et tout l'enjeu des recherches actuelles – tant sur les matériaux d'électrodes que sur l'électrolyte –, est d'augmenter encore plus cette capacité de stockage, d'améliorer la tenue des batteries aux cycles de charge/décharge, et leur sécurité. « *Mais atteindre un optimum sur l'ensemble des critères reste très compliqué.* »

Contrer le vieillissement des batteries

À l'ICMMO, Sylvain Franger s'attache à comprendre le fonctionnement intime des batteries Li-ion commerciales en cours d'usage et au repos. Avec son équipe, il teste et modélise leur vieillissement pour identifier les paramètres déterminants, comme la température, les régimes de charge/décharge, l'état de charge ou la profondeur de décharge de la batterie.

Complexes, les processus de vieillissement revêtent plusieurs aspects. « *Comme les êtres humains, les matériaux se fatiguent naturellement au cours de leur utilisation. Leur structure cristallographique se déforme et ils perdent leurs propriétés originelles. Le lithium se retrouve piégé dans certains sites et devient inaccessible. Or à chaque fois qu'on perd du lithium ou qu'on l'empêche de travailler, c'est de la capacité en moins pour le système* », remarque Sylvain Franger. D'autres phénomènes impliquent une expansion volumique des matériaux au cours des cycles de charge/décharge. « *Ces "respirations" ont des conséquences sur la cohésion de l'ensemble de l'électrode.* »

Pour conserver les bonnes performances de la batterie, la stabilité des électrodes et de l'électrolyte est déterminante. « *Au cours du vieillissement, les solvants de l'électrolyte se décomposent à l'interphase entre l'électrolyte (liquide) et la surface de l'électrode (solide) pour donner des produits de dégradation (parfois gazeux), potentiellement inflammables, corrosifs et toxiques. Les produits solides se déposent à la surface de l'électrode et forment, de façon non contrôlée, une couche dite "d'interphase entre le solide et l'électrolyte" (Solid Electrolyte Interphase ou SEI)*, signale Sylvain Franger. *En consommant de la matière, la SEI change les propriétés cinétiques de la batterie et favorise des réactions parasites. Dans des cas extrêmes (recharge rapide, par exemple), on aboutit à un emballement thermique et la batterie peut s'enflammer.* » Dilemme : cette couche est également nécessaire car elle protège le système en passivant les électrodes, et empêche la décomposition continue de l'électrolyte. L'enjeu est de réussir à l'optimiser.

Un modèle de vieillissement accéléré grâce à la radiolyse

Dans le Laboratoire interdisciplinaire sur l'organisation nanométrique et supramoléculaire (LIONS) de l'unité Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (NIMBE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA), Sophie Le Caer utilise la chimie sous rayonnement (β- et γ), qui provoque un vieillissement accéléré de la matière, pour tester différents mélanges d'électrolytes et matériaux d'électrodes et mieux comprendre la SEI. La chercheuse observe la nature et la quantité de produits de dégradation obtenus en phase gazeuse et liquide. « *La décomposition est très rapide, et en quelques minutes ou quelques heures, on obtient qualitativement les mêmes molécules – mais en proportions différentes – que lors des études de vieillissement par cyclage, plus longues.* »

> **« La décomposition est très rapide, et en quelques minutes ou quelques heures, on obtient qualitativement les mêmes molécules que lors des études de vieillissement par cyclage. »**
>
> **Sophie Le Caer**

Ces résultats ouvrent la voie à des études par criblage. « *En outre, grâce à la radiolyse pulsée – une technique résolue en temps –, on peut déterminer des constantes de vitesse associées à certaines réactions chimiques.* »

Récemment, en collaboration avec Sylvain Franger, elle a testé des nanoparticules de carbone mises en suspension dans un électrolyte et soumises à irradiation. « *On a vu apparaître des patchs de produits de dégradation, analysés ensuite par spectrométrie photoélectronique X (XPS). Les oxalates et les carbonates de lithium identifiés sont typiquement les produits de dégradation observés dans les batteries Li-ion.* » Des résultats qui montrent l'intérêt des propriétés des matériaux modifiés sous radiolyse pour l'étude des batteries.

Des technologies émergentes et prometteuses

Même si la technologie Li-ion a encore de beaux jours devant elle, d'autres pistes de batteries électrochimiques rechargeables commencent aujourd'hui à s'affirmer. « *La localisation mondiale des réserves de lithium et des autres métaux souvent utilisés, comme le cobalt, créent des problèmes d'approvisionnement et d'exploitation*, commente Sylvain Franger. *Il est important de contrôler, voire réduire, leur utilisation et de rendre les systèmes éco-compatibles sur l'ensemble de la chaîne de fabrication, de l'extraction du minerai jusqu'au recyclage.* »

> **« Il est important de contrôler, voire réduire, l'utilisation du lithium et des autres métaux souvent utilisées, comme le cobalt, et de rendre les systèmes éco-compatibles sur l'ensemble de la chaîne de fabrication. »**
>
> **Sylvain Franger**

Au sein du Laboratoire d'étude des éléments légers (LEEL) du NIMBE, Magali Gauthier s'intéresse à une technologie encore très émergente : les batteries magnésium-ion (Mg-ion). Le magnésium, très abondant sur Terre, présente également un coût peu élevé. « *Un des grands avantages de l'ion magnésium (Mg^{2+}) est sa capacité à échanger deux électrons*, commente la chercheuse. *En théorie, la capacité énergétique des batteries Mg-ion pourrait être le double de celle des batteries Li-ion. Mais comme l'atome de magnésium interagit plus fortement avec son environnement, cela modifie sa mobilité et la réactivité des matériaux. Des électrolytes analogues à ceux utilisés dans les batteries Li-ion ne fonctionnent pas ici et la couche de passivation ne laisse pas passer les ions.* »

> **« En théorie, la capacité énergétique des batteries Mg-ion pourrait être le double de celle des batteries Li-ion. »**
>
> **Magali Gauthier**

Pour améliorer ce système, la chercheuse étudie différents alliages d'anode et leur compatibilité avec les électrolytes, comme récemment l'alliage micrométrique d'indium et d'antimoine obtenu par broyage. « *La capacité théorique de l'antimoine est très importante, mais pris séparément, ce métal piège irréversiblement les ions magnésium dans sa structure : la batterie n'est alors pas rechargeable. En le combinant à l'indium sous la forme d'un alliage, on débloque partiellement la réaction et une quarantaine de cycles de charge/décharge devient possible.* » La chercheuse constate également la transformation, au cours de la réaction, de certaines phases de l'alliage, cristallines, en solide amorphe. « *Actuellement, nous tentons de mieux comprendre ce phénomène et la réactivité de l'alliage, et d'évaluer les performances obtenues.* »

Une première batterie tout solide au sodium

De son côté, Sylvain Franger lorgne vers les batteries tout solide, abritant un électrolyte solide en lieu et place du liquide. Un de ses avantages est d'éviter, en théorie, le développement des dendrites apparaissant lors des recharges rapides. Ces dépôts croissants et non uniformes de métal à la surface de l'électrode créent des courts-circuits lorsqu'ils atteignent l'autre électrode. « *Toutefois, les électrolytes solides étant polycristallins, il s'avère que la dendrite trouve tout de même un passage à travers les joints de grains, plus mous, et les porosités de la céramique.* »

Drastiquement compactée, la batterie tout solide promet également une capacité énergétique par unité de volume atteignant des sommets. « *Sans compter son aspect sécuritaire : elle ne renferme pas d'éléments inflammables et étant dépourvu de solvants, elle ne fuit pas. Son recyclage s'annonce également plus aisé* », remarque Sylvain Franger.

Depuis deux ans, son équipe, en partenariat avec la société Greenfish, s'est fixé un double challenge : mettre au point une batterie tout solide au sodium, pour cumuler les avantages des deux systèmes. Comme le magnésium, le sodium est très abondant sur Terre et réparti de façon ubiquitaire. « *Mais l'atome de sodium est plus gros et lourd que celui du lithium, sa mobilité est différente. Cela implique de revenir sur la chimie et les matériaux* », signale Sylvain Franger.

Pionnière dans le domaine, son équipe s'attache à contourner les différents verrous technologiques des systèmes. Elle s'intéresse aux électrolytes solides de type verre ou céramiques, de la famille des oxydes, et cherche à améliorer les propriétés mécaniques et à augmenter la conduction ionique en changeant la chimie du composé. « *Nous avons depuis apporté la preuve de concept avec nos matériaux.* » La batterie (du futur ?) est en charge …

Publications

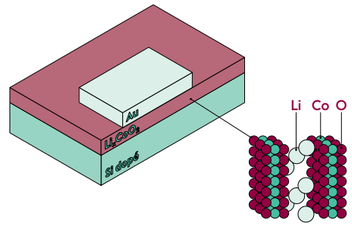
· Sylvain Franger *et al.*, Combining a Fatigue Model and an Incremental Capacity Analysis on a Commercial NMC/Graphite Cell under Constant Current Cycling with and without Calendar Aging. Batteries 2019, 5, 36.

· Magali Gauthier *et al.*, Unexpected Behavior of the InSb Alloy in Mg-Ion Batteries: Unlocking the Reversibility of Sb. J. Phys. Chem. C 2019, 123, 1120−1126.

· Sophie Le Caer *et al.*, Ex situ solid electrolyte interphase synthesis via radiolysis of Li-ion battery anode–electrolyte system for improved coulombic efficiency. Sustainable Energy Fuels 2 (2018) 2100.

» focus

Batteries et nanoélectronique

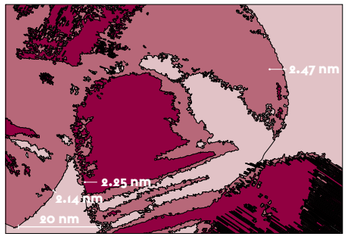


Dans le cadre du programme phare AXION porté par le LabEx NanoSaclay, une collaboration internationale de chercheurs et ingénieurs s'est récemment penchée sur l'intérêt de l'utilisation de l'oxyde de cobalt-lithium (Li_xCoO_z) – actuellement très employé dans le stockage d'énergie – dans le stockage d'information à haute densité. « *Nous avons montré que la migration de lithium entraîne une grande variation, d'un facteur 1 000 au moins, de la résistivité du matériau dans les dispositifs étudiés* », explique Olivier Schneegans, chercheur au laboratoire Génie électrique et électronique de Paris (GEEPS – Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, CNRS). Plus la teneur en lithium est faible, plus le matériau est conducteur. « *Cela pourrait potentiellement être utilisé dans le cadre de mémoires non-volatiles dont l'information (ici la résistance) est modifiable par impulsions de tension adaptées, et reste stable en l'absence de tension appliquée.* »

Publication • Van Son Nguyen et *al.*, Direct Evidence of Lithium Ion Migration in Resistive Switching of Lithium Cobalt Oxide Nanobatteries. Small, Volume14, Issue24, June 14, 2018, 1801038.

» focus

Le silicium a de la ressource



Les chercheurs de l'unité Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (NIMBE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA) et du CEA LITEN de Grenoble ont récemment fait un point quant à l'usage du silicium dans le stockage d'énergie des batteries. « *Actuellement, les batteries contiennent du graphite*, note Nathalie Herlin-Boime, chercheuse au CEA de Paris-Saclay. *Or la capacité de stockage du silicium lui est dix fois supérieure !* » Problème : quand il se charge lithium, il gonfle de 300 %. Les équipes ont donc essayé de protéger le silicium avec du carbone et d'observer les conséquences de cette utilisation. « *Nous avons procédé à la synthèse de matériau avec différentes teneurs en carbone* », explique la chercheuse. Des travaux dans lesquels est impliquée Nanomakers, une start-up de Rambouillet, productrice de nanopoudre de silicium et partenaire du projet, qui y voit de possibles débouchés commerciaux.

Publication • Pierre Bernard *et al.*, Electrochemical analysis of silicon nanoparticle lithiation – Effect of crystallinity and carbon coating quantity. Journal of Power Sources. Volume 435, 30 September 2019, 226769.

Regard

Areg Mickaelian, Observatoire d'astrophysique de Byurakan (BAO), Arménie

© Areg Mickaelian

« Toute collaboration est positive car les gens unissent leurs efforts sur un sujet et obtiennent finalement plus que s'ils avaient travaillé séparément. 1 + 1 ne donne pas 2 mais plus que cela. Avec le LATMOS, nous travaillons sur de nombreux sujets soutenus par des projets européens. De notre côté, cela a également un grand avantage : nous avons récemment participé au projet Europlanet 2020 et décroché des bourses Erasmus +. Aujourd'hui nous collaborons autour de projets en sciences et technologies spatiales. Nous avons récemment organisé à Byurakan une école d'été internationale où Alain Sarkissian et Mustapha Meftah, du LATMOS, sont venus donner des conférences aux étudiants. Nous menons ensemble un grand projet de construction d'un satellite portant sur de la recherche atmosphérique et astronomique. Notre expérience passée nous a prouvé notre volonté de continuer à travailler ensemble et nous en sommes très heureux. »

Areg Mickaelian dirige le département des études astronomiques de l'Observatoire d'astrophysique de Byurakan (BAO) en Arménie. Il est directeur du Bureau régional d'astronomie pour le développement du Sud-Ouest et de l'Asie centrale (SWCA ROAD) de l'Union astronomique internationale (UAI), et président par intérim de la Société astronomique arménienne (ArAS), qu'il a fondée en 1999. Il est également directeur de projet de l'Observatoire virtuel arménien (ArVO) et directeur des écoles d'été internationales de Byurakan (BISS).

Ses recherches portent sur les études astronomiques, les galaxies actives, les rayons X, les IR et les sources radio. Il se concentre principalement sur les noyaux galactiques actifs, qui sont l'un des principaux sujets d'astrophysique liés à l'évolution des galaxies. Ce thème a été établi dans les années 1950 par le fondateur du BAO, Victor Ambartsumian, qui a été le premier astronome à prouver que le centre des galaxies actives est le siège de phénomènes particuliers (débits sortants, émissions radio et d'autres longueurs d'onde...) permettant de les différencier des autres galaxies. Au cours des dernières années, Areg Mickaelian a travaillé sur les quasars et les galaxies de Seyfert, tous deux appartenant aux noyaux galactiques actifs. Grâce aux relevés astronomiques, son groupe a découvert des milliers de nouveaux objets dans l'Univers (objets stellaires bleus, naines blanches, étoiles IR, galaxies actives, sources de rayons X...).

Le groupe d'Areg Mickaelian et le laboratoire d'Alain Sarkissian – Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations spatiales (LATMOS – Université Paris-Saclay, UVSQ, CNRS) - collaborent depuis plusieurs années. Les premiers contacts remontent à 2005, alors qu'Alain Sarkissian s'intéresse aux observations virtuelles. À cette époque, de nombreux pays, dont la France et l'Arménie, développent leur propre projet d'observatoire virtuel. Areg Mickaelian et Alain Sarkissian commencent à collaborer sur la science des données, puis passent à la planétologie et à la recherche de nouveaux astéroïdes grâce à leur spectre. Leur collaboration comprend visites réciproques, publications communes, participation à des projets européens, etc.

www.aras.am//aregmick.htm

Journal
THE PIE NEWS

Titre
EUROPEAN UNIVERSITY ALLIANCE ON GLOBAL HEALTH LAUNCHED

The European University Alliance for Global Health has been launched with a press conference in Paris. Part of the European Universities alliances receiving funding by the EU Commission to collaborate across borders, the network is composed of five international partners.

www.thepienews.com/news/european-u-alliance-on-global-health-launched

Journal
El Blog Salmón

Titre
ABRE LA UNIVERSIDAD PARÍS-SACLAY, EL ÚLTIMO INTENTO DE FRANCIA PARA ENTRAR EN LA ÉLITE UNIVERSITARIA MUNDIAL

Este verano ha comenzado oficialmente la Université París-Saclay, al sur de París.Esta universidad se autodefine como una Mega-Universidad y proviene de la asociación de múltiples centros de prestigio situados al sudeste parisino, no muy lejos de La Defense y es parte del cluster París-Saclay, en el que lleva habiendo empresas tecnológicas desde 1950, y que desde los años en los que estuvo Sarkozy en la presidencia, se intenta que se convierta en el Silicon Valley francés.

www.elblogsalmon.com/entorno/abre-universidad-paris-saclay-ultimo-intento-francia-para-entrar-elite-universitaria-mundial

Titre

Tous en Scène !

Elle a ouvert ses portes au début de l'année 2020. La Scène de recherche, entité de l'ENS Paris-Saclay, se donne pour mission d'« *introduire des pratiques de création et de recherche artistique dans un environnement scientifique* », explique Marc Dondey, le directeur artistique du lieu. Une belle ambition : car si par le passé – à la Renaissance, par exemple – les passerelles entres arts et sciences se faisaient le plus naturellement du monde, aujourd'hui, force est de reconnaître que « *les espaces de partage sont rares* », admet Marc Dondey.

Véritable boîte noire au cœur du bâtiment de l'ENS Paris-Saclay dessiné par Renzo Piano, la Scène de recherche se veut un lieu palpitant, effervescent, ouvert « *aux spécialistes comme aux non-spécialistes*, insiste le directeur. *Il faut éviter le repli sur soi, d'autant que les enjeux sociétaux sont le fait de tout le monde.* » Et comme « *La Scène de recherche est une aventure qui se partage* », l'endroit a notamment noué des conventions avec le Centre Pompidou, la Philharmonie de Paris, la Biennale Némo et travaille étroitement avec la Diagonale Paris-Saclay et son festival CURIOSITas.

Formation, recherche/création et diffusion sont les trois piliers sur lesquels repose le projet. Et la programmation de cette première saison donne envie de plonger dans la Scène. La metteuse en scène et vidéaste Véronique Caye – actuellement en résidence – œuvre sur Prospero, le personnage de « La Tempête » de Shakespeare, en le liant aux thèmes des images et des illusions. Appuyé par l'astrophysicien Frédéric Baudin, le metteur en scène Milan Otal tisse des liens entre Arianna, opéra quasi disparu de Monteverdi, et la cosmonaute russe Valentina Terechkova qui s'est égarée momentanément dans l'espace. Six normaliens mènent également avec le metteur en scène Antoine Gindt un projet interdisciplinaire collaboratif autour de l'opéra Eurydice. Brunchs scientifiques, ateliers avec la Philharmonie, conférences… La Scène de recherche va combler les hommes et femmes du XXIe siècle.

www.ens-paris-saclay.fr/theatre

© RPBW, rendering by Anima

© RPBW

Titre

L'Inra et Irstea deviennent INRAE

INRAE
la science pour la vie, l'humain, la terre

Depuis le 1er janvier 2020, l'Inra et Irstea sont regroupés au sein de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE). Ce nouvel établissement public à caractère scientifique et technologique est dédié à la recherche dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. Il est constitué d'une communauté d'environ 12 000 personnes réparties au sein de 18 centres de recherche localisés sur le territoire français. La région Île-de-France représente 20 % des effectifs d'INRAE. Acteur en recherche finalisée et fondamentale, ce nouvel institut se positionne au 2e rang mondial pour les sciences agricoles, au 4e pour les sciences de l'animal et du végétal, et au 11e pour l'écologie et l'environnement. Avec AgroParisTech, partenaire de quatorze unités de recherche, INRAE représente près de 12 % de la communauté de l'Université Paris-Saclay.

www.inrae.fr

Titre

Labellisation Génération 2024

Suite à la nomination de Paris comme ville organisatrice des Jeux Olympiques et Paralympiques d'été de 2024, les ministères de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, des Sports, et de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, ont mis en place le label « Génération 2024 ». Ce label vise à développer les liens entre les écoles, les établissements scolaires et supérieurs et leur tissu associatif sportif proche, à mettre en avant et à participer à des événements promotionnels olympiques et paralympiques, à accompagner les sportifs de haut niveau, et à permettre aux clubs et aux entreprises locales d'utiliser les infrastructures sportives des établissements.

L'Université Paris-Saclay et l'Université d'Évry ont obtenu ce label. Cette labellisation s'appuie sur la proximité de clubs sportifs d'excellence, la localisation des futurs sites olympiques, le nombre de sportifs de haut niveau inscrits, les cursus universitaires et les activités de recherches dans le domaine de la pratique sportive. Avec ce label s'annoncent sur le campus des événements destinés à promouvoir les activités physiques et sportives.

ON Y ÉTAIT

OCTOBRE

Date	Lieu	Hôte
du 5 au 13	Campus Paris-Saclay	Université Paris-Saclay

Description

FÊTE DE LA SCIENCE 2019

L'édition 2019 de la Fête de la science a eu pour thématique « Raconter la science, imaginer l'avenir », avec un slogan « À demain ».

www.fetedelascience.fr/pid35363/ile-france.html

NOVEMBRE

Date	Lieu	Hôte
du 12 au 15	Orsay	Université Paris-Sud

Description

7E CONGRÈS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ISOTOPES – SFIS 2019

Ce congrès, à l'image de la SFIS, a eu pour objectif de permettre aux scientifiques d'horizons différents d'échanger autour des concepts de l'isotopie et de la mesure isotopique, pour favoriser la fertilisation croisée de domaines d'applications très variés.

www.sfis.eu/7eme-congres-de-la-sfis-sfis2019/

DÉCEMBRE

Date	Lieu	Hôte
du 28/10 au 18/12	Saclay	Inria/CEA

Description

FIT YOUR TECH : BOOSTEZ VOTRE PROJET DE START-UP

L'Inria et le CEA ont lancé un appel à idées de projets de start-up deeptech. Qu'elle naisse au fond d'un garage ou dans une baignoire, une idée peut révolutionner le quotidien ! Les lauréats ont gagné 6 mois de mentoring scientifique et d'accompagnement stratégique et technologique.

www.challenge-link.fr/fityourtech

JANVIER

Date	Lieu	Hôte
9	Campus Paris-Saclay	Université Paris-Saclay – Laboratoire de physique des solides

Description

30 ANS DE PROGRÈS EN ASTROPHYSIQUE

Cette conférence a proposé un tour subjectif des principaux résultats marquants, des exoplanètes aux confins de l'Univers. Quels ont été les progrès de l'astrophysique depuis 1990, date de la mise en orbite du télescope spatial Hubble ?

www.openagenda.com/agendas/86184123/embeds/6268688/events/23373323?lang=fr

Date	Lieu	Hôte
15, 16, 22, 23, et 24	Orsay	SATT Paris-Saclay

Description

DOCTOR'PRENEURIALES – VALORISATION CAMP

Le parcours « les Doctor'Preneuriales » est l'un des parcours « carrières de docteurs » permettant aux doctorants de l'Université Paris-Saclay d'approfondir leurs connaissances en matière d'entrepreneuriat et d'innovation.

www.adum.fr/psaclay/formations.pl?mat=242609

FÉVRIER

Date	Lieu	Hôte
6	Gif-sur-Yvette	Centrale Supélec

Le DEEPTECH TOUR la tournée des campus

Description

L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY PARTENAIRE DU DEEPTECH TOUR BPI

Le Deeptech Tour Bpifrance s'est arrêté à Saclay, l'occasion pour l'Université Paris-Saclay de présenter ses dispositifs d'accompagnement des projets deeptech. L'Université a animé un workshop : « Quel écosystème pour accompagner l'émergence d'un projet deeptech ? ».

www.evenium-site.com/site/le-deep-tech-tour-saclay;jsessionid=6RtIrvihEblJtaT-F!fYSQOgN.gl3

Date	Lieu	Hôte
27	Orsay	CCI Essonne

Techinnov

Description

L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY AMBASSADEUR R&D ET PARTENAIRE DE TECHINNOV 2020

Techinnov est le rendez-vous annuel de l'écosystème de l'innovation. Cette année, l'Université Paris-Saclay a été partenaire privilégié de l'événement. Le salon a été l'occasion de promouvoir de nouvelles technologies, de rencontrer clients et partenaires et de communiquer sur sa structure et son domaine d'expertise.

www.techinnov.events

NE MANQUEZ PAS

MARS

Date	Lieu	Hôte
12	Gif-sur-Yvette	Université Paris-Saclay

Description

FINALE DU CONCOURS « MA THÈSE EN 180 SECONDES »

Quinze doctorants finalistes de l'Université Paris-Saclay tenteront de rivaliser avec le chronomètre du concours MT180. Ils auront 180 secondes pour expliquer leur thèse en termes simples à un auditoire non-initié.

www.universite-paris-saclay.fr/fr/evenement/ma-these-en-180-secondes-0

AVRIL

Date	Lieu	Hôte
28	Massy	Crédit agricole Massy-Palaiseau

Description

MEET MY PLATFORM UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY – SCIENCES DE LA VIE #2

Une journée de rencontres plateformes – entreprises organisée par Genopole et le Département Sciences de la Vie de l'Université Paris-Saclay.

www.openagenda.com/agendas/86184123/embeds/6268688/events/8497787?lang=fr

université PARIS-SACLAY

Ont contribué à ce numéro :

• **Nicolas Anciaux**, directeur de l'équipe PETRUS (Inria, UVSQ) • **Isabelle Bailly**, responsable de l'unité d'enseignement de Saclay de l'INSTN • **Lucile Beck**, chercheuse au Laboratoire de mesure du carbone 14 (LMC14) de l'unité Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (NIMBE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA) • **Loïc Bertrand**, fondateur du laboratoire IPANEMA (Université Paris-Saclay, CNRS, ministère de la Culture, UVSQ) et coordinateur du domaine d'intérêt majeur Matériaux anciens et patrimoniaux (DIM MAP) • **Roxane Brachet**, chargée de mission Développement scientifique et académique à Genopole • **François-Marie Bréon**, directeur-adjoint du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Université Paris-Saclay, UVSQ, CNRS, CEA) • **Malcolm Buckle**, directeur du Laboratoire de biologie et pharmacologie appliquée (LBPA – Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS) • **Bruno Chanetz**, maître de recherche à l'Onera • **Vincent Créance**, directeur du Design Spot • **Alexandre Dazzi**, chercheur au Laboratoire de chimie physique (LCP – Université Paris-Saclay, CNRS) • **Marc Dhenain**, chercheur au Laboratoire des maladies neurodégénératives : mécanismes, thérapies, imagerie (Université Paris-Saclay, CEA, CNRS) • **Philippe Dillmann**, chercheur au Laboratoire archéomatériaux et prévision de l'altération (LAPA) de l'unité Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (NIMBE – Université Paris-Saclay, CNRS,CEA) • **Marc Dondey**, directeur artistique de la Scène de recherche de l'ENS Paris-Saclay • **Amandine Duraz**, chargé de mission Appui aux partenariats internationaux à l'Université Paris-Saclay et coordinatrice de Quantum Future Academy • **Denis Engemann**, chercheur au sein de l'équipe commune Parietal de l'Inria et du département Neurospin (Université Paris-Saclay, CEA) • **Rodolphe Fischmeister**, coordinateur du LabEx LERMIT • **Sylvain Franger**, chercheur à l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – Université Paris-Saclay, CNRS) • **Magali Gauthier**, chercheuse au Laboratoire d'étude des éléments légers (LEEL) de l'unité Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (NIMBE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA) • **Nathalie Herlin-Boime**, chercheuse dans l'unité Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (NIMBE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA) • **Josselin Houenou**, chercheur au sein de Neuropsin (Université Paris-Saclay, CEA) • **Martine Husson**, directrice adjointe des relations internationales à l'Université Paris-Saclay • **Claire Lartigue**, Vice-Présidente en charge des Formations à l'ENS Paris-Saclay • **Paul Leadley**, chercheur au laboratoire Écologie, systématique et évolution (ESE – Université Paris-Saclay, CNRS, AgroParisTech) • **Sophie Le Caer**, chercheuse au Laboratoire interdisciplinaire sur l'organisation nanométrique et supramoléculaire (LIONS) de l'unité Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (NIMBE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA) • **Mohamed-Amin Madoui**, chercheur au laboratoire Génomique métabolique du Genoscope • **Serge Meimon**, chercheur-ingénieur à l'Onera • **Areg Mickaelian**, directeur du département des études astronomiques de l'Observatoire d'astrophysique de Byurakan (BAO) en Arménie • **Claude Nogues**, chercheuse au Laboratoire de biologie et pharmacologie appliquée (LBPA – Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS) • **Philippe Pucheral**, chercheur au sein de l'équipe PETRUS (Inria, UVSQ) • **Gilles Ramstein**, chercheur au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA, UVSQ) et responsable scientifique du master ACCES • **Alain Sarkissian**, directeur du Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations spatiales (LATMOS – Université Paris-Saclay, UVSQ, CNRS) • **Olivier Schneegans**, chercheur au laboratoire Génie électrique et électronique de Paris (GEEPS – Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, CNRS) • **Christophe Tournier**, directeur du Laboratoire universitaire de recherche en production automatisée (LURPA – Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay) • **Robert Vautard**, chercheur au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Université Paris-Saclay, CNRS, CEA, UVSQ) • **Nicolas Vayatis**, directeur du Centre Borelli (Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, Université de Paris, CNRS, Service de santé des armées) • **Éric Wazylyk**, chargé de mission Génération 2024 de l'Université Paris-Saclay • **Sam Webb**, responsable de l'imagerie au synchrotron de Stanford (USA) • **Patrick Wincker**, directeur du Genoscope – Institut François-Jacob • **Bernard Yannou**, directeur du Laboratoire génie industriel (LGI – Université Paris-Saclay, CentraleSupélec)

Membres du Comité éditorial ayant participé au numéro :

Julie Bernede • Loraine Borges Pereira • Bruno Chanetz • Morgann Crozet • Gaelle Degrez • Ludivine Faes • Isabelle Huteau • Jean-Marie Jourand • Simon Jumel • Sophie Martin • Sergei Shikalov

Directrice de la publication : Sylvie Retailleau
Directrice de la rédaction : Marie-Pauline Gacoin
Rédactrice en chef : Véronique Meder
Rédaction : Lucas Frédéric, Joséphine Lebard, Véronique Meder
Conception graphique et infographies : The Shelf Company
Traduction : Alice Parte, Shireen Trompette
Impression : Stipa

ISSN 2679-4845 – Dépôt légal à parution

À LIRE

THE CONVERSATION

Don de corps à la médecine : comment éviter que dissection ne rime avec transgression ?

Emmanuel Hirsch, professeur d'éthique médicale à l'Université Paris-Saclay, aborde les questions éthiques et déontologiques entourant le don d'un corps à la science après la mort.

www.theconversation.com/don-de-corps-a-la-medecine-comment-eviter-que-dissection-ne-rime-avec-transgression-128152

Les mystérieux geysers d'Europe, lune glacée de Jupiter

Ines Belgacem et Frédéric Schmidt, du laboratoire GEOPS (Université Paris-Saclay, CNRS), s'intéressent aux geysers présents à la surface gelée d'Europe, satellite naturel de la planète Jupiter, et aux processus géologiques à leur origine.

www.theconversation.com/les-mysterieux-geysers-deurope-lune-glacee-de-jupiter-127860

DANS LE NUMÉRO 13

À PARAÎTRE EN MAI 2020

Astroparticules de haute énergie
Physique nucléaire
Agriculture urbaine
Science ouverte
Cybersécurité

Coupon

ABONNEZ-VOUS

en envoyant votre nom, prénom, adresse postale et email à :
ledition@universite-paris-saclay.fr

ou en envoyant ce coupon par la Poste à :
Université Paris-Saclay, Espace technologique,
Bât. Discovery – RD 128 – 1er étage,
91190 Saint-Aubin – France

Merci et bonne lecture !

nom ..... prénom .....

adresse ..... ville .....

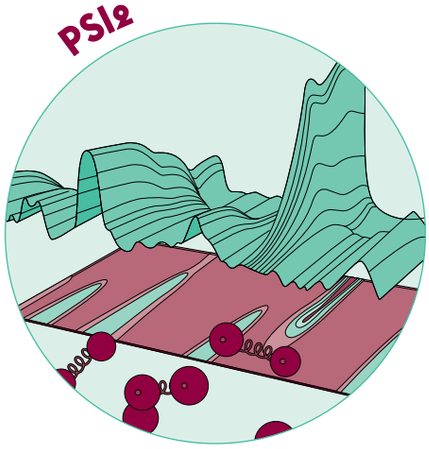
....

code postal ..... pays .....

email .....

LES INITIATIVES DE RECHERCHE STRATÉGIQUE EN PHYSIQUE, MATHÉMATIQUES ET SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

PSI2

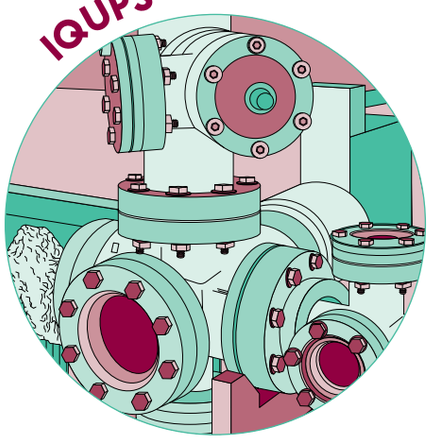


Psi2 (*Paris-Saclay International Programs for Physical Sciences and their Interfaces*) finance et organise une série de programmes thématiques internationaux dédiés à l'astrophysique et la cosmologie, et à la physique et ses interfaces.

CDS2.0

CDS2.0 (*Center for Data Science*) se consacre au domaine émergent de la science des données et mobilise des compétences en gestion des données, statistiques, traitement du signal, apprentissage automatique et visualisation de données.

IQUPS



IQUPS (Ingénierie Quantique Université Paris-Saclay) renforce les installations utilisées pour fabriquer des dispositifs quantiques et les approches croisées théorie/expériences.

iCODE

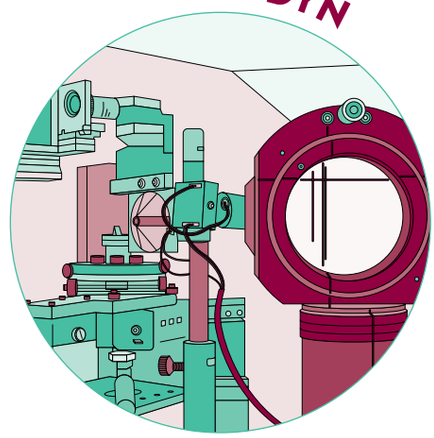
iCODE (*Institute for Control and Decision*) fédère les chercheurs autour de défis relevant de la théorie du contrôle, de la robotique, des neurosciences et de la gestion de l'énergie.

L'Université Paris-Saclay a labellisé 23 projets de recherche inter-établissements en tant qu'initiatives de recherche stratégique (IRS). Celles-ci agrègent les forces en présence autour d'enjeux scientifiques et technologiques de haut niveau. Elles s'articulent autour de projets déjà existants et développent connaissances et savoir-faire, en partenariat avec les industriels.

B5GI

B5GI (*Beyond 5G Initiative*) mobilise les chercheurs autour d'enjeux clés pour les communications du futur : consommation énergétique, sécurité, passage à l'échelle, Internet des objets.

SYDYN

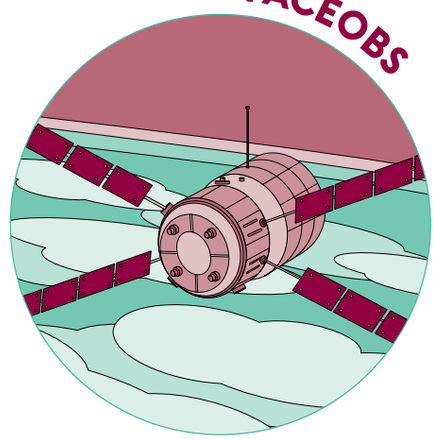


SYDYN (*Synergy for Ultrafast Dynamics in Matter*) est un projet interdisciplinaire dédié aux dynamiques ultrarapides, qui étudie les évolutions de la matière en temps réel et sur les plus petites échelles de temps actuelles.

SRI

SRI (*Spintronics Research Initiative*) permet de développer de futures applications TIC de faible puissance dans la physique nanométrique et la spintronique au-delà des limites de la technologie CMOS actuelle (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*).

SPACEOBS



SPACEOBS initie des synergies dans la définition et l'exploitation de futures missions spatiales et contribue à former des étudiants dans le domaine des sciences de l'espace.