

n° 22
Automne 2023

L'Édition



université
PARIS-SACLAY

4 Formation

À la découverte du parcours de formation doctorale

7 Médiation des sciences

Déclic collège à Montlhéry

10 Recherche

Développement soutenable et recherche

13 Recherche

Décrypter l'histoire et le patrimoine

16 Business & innovation

La 5G et les réseaux du futur

18 Recherche

Environnement, animaux, humains : une santé

21 Recherche

Rayonnements cosmiques de basse énergie

25 Vue d'ailleurs

Témoignages

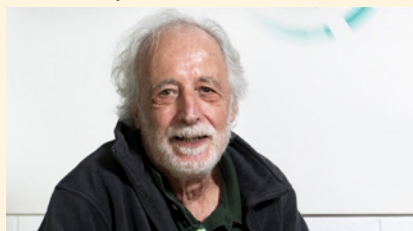
27 Vie de campus

Lumen

Prix et distinctions à l'Université Paris-Saclay



© Lund University



© L. Godart / CEA

Anne L'Huillier et Pierre Agostini

Prix Nobel de physique 2023

Le 3 octobre dernier, aux côtés de Ferenc Krausz, Pierre Agostini et Anne L'Huillier se sont vus décerner le prix Nobel de physique 2023. Cette prestigieuse distinction récompense des travaux initiés notamment par les deux scientifiques français au CEA Paris-Saclay, il y a plus de 40 ans.

Après sa thèse soutenue à l'Université Aix-Marseille en 1968, **Pierre Agostini** devient chercheur CEA Paris-Saclay dans l'actuel Laboratoire interactions, dynamiques et lasers (LIDYL – Univ. Paris-Saclay, CEA, CNRS). Il consacre ses recherches à l'étude des processus d'ionisation par laser infrarouge (IR) de gaz atomiques et y demeure 34 ans. En 2005, le physicien devient professeur émérite de l'Université d'État de l'Ohio (États-Unis).

Dix-huit ans après son confrère, **Anne L'Huillier** débute elle aussi sa carrière de chercheuse au CEA Paris-Saclay, après avoir soutenu une thèse à l'Université Pierre-et-Marie-Curie en 1986. C'est en 1987, au sein de l'actuel LIDYL, qu'Anne L'Huillier découvre la génération d'harmoniques d'ordre élevé.

Ce processus, alors entièrement inconnu et imprévu par la théorie, rend possible la production, par focalisation d'un laser infrarouge intense dans un gaz atomique, de flashes de lumière d'une durée proche de l'attoseconde (10^{-18} seconde, soit un milliardième de milliardième de seconde). Cette échelle de temps est celle des mouvements des électrons dans la matière. Depuis 1995, la physicienne franco-suédoise est professeure à l'Université de Lund. Le 13 novembre 2023, elle a été nommée docteur honoris causa de l'Université Paris-Saclay lors d'une cérémonie officielle.

Les travaux pionniers d'Anne L'Huillier ont ouvert la voie, en 2001, à la production et à l'observation, par Pierre Agostini et son équipe, de séries d'impulsions lumineuses consécutives séparées de 250 attosecondes. Cette même année, Ferenc Krausz a été en mesure d'isoler une impulsion lumineuse longue de 650 attosecondes à l'Université de Vienne (Autriche). Ces travaux rendent désormais possibles l'observation et l'étude des mécanismes induits par les électrons à des échelles de temps inédites.

Chercheurs et chercheuses

L'Académie des sciences a honoré onze chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay :

Isabelle Bouchoule

directrice de recherche au Laboratoire Charles Fabry (LCF – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Institut d'Optique Graduate School), est lauréate du prix Alexandre Joannidès 2023.

François-Didier Boyer

directeur de recherche à l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN – Univ. Paris-Saclay, CNRS), a reçu le prix du Docteur Henri Labbé et de Madame Henri Labbé 2023.

Kestutis Cesnavicius

chercheur au Laboratoire de mathématiques d'Orsay (LMO – Univ. Paris-Saclay, CNRS), est récipiendaire du prix Jacques Herbrand (mathématique) 2023.

Francois David

directeur de recherche émérite à l'Institut de physique théorique (IPhT – Univ. Paris-Saclay, CEA, CNRS), a été honoré de la médaille de physique 2023.

Gilles Dowek

chercheur au Laboratoire des méthodes formelles (LMF – Univ. Paris-Saclay, CNRS, ENS Paris-Saclay, CentraleSupélec, Inria), a reçu le Grand prix Inria 2023.

Philippe Grangier

directeur de recherche au LCF a reçu le prix Ampère de l'Électricité de France 2023.

François Ladieu

chercheur et membre du Service de physique de l'état condensé (SPEC – Univ. Paris-Saclay, CNRS, CEA), a obtenu le prix Anuitta Wenter-Klein 2023.

Erwan Poupon

chercheur au laboratoire Biomolécules : conception, isolement, synthèse (BioCIS – Univ. Paris-Saclay, CY Cergy Paris Univ., CNRS), est lauréat du prix Minafin 2023.

Charis Quay

chercheuse au Laboratoire de physique des solides (LPS – Univ. Paris-Saclay, CNRS), a reçu le prix d'Aumale 2023.

Frédéric Taran

chef du Service de chimie bioorganique et de marquage (SBCM – Univ. Paris-Saclay, CEA), a reçu le prix Seqens 2023.

Zhiqing Zhang

directeur de recherche au Laboratoire de physique des deux infinis - Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Paris Cité), est lauréat du prix Jaffé 2023.

Étudiantes et étudiants

Huit doctorantes et post-doctorantes de l'Université Paris-Saclay ont été récompensées du prix Jeunes Talents 2023 de la Fondation L'Oréal-UNESCO :

Amandine Asselin

doctorante au Laboratoire de mécanique Paris-Saclay (LMPS – Univ. Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CentraleSupélec, CNRS).

Lucie Berkovitch

doctorante au laboratoire Neuroimagerie cognitive (UNICOG – Univ. Paris-Saclay, Inserm, CEA, CNRS).

Manon Cairat

post-doctorante au Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP – Univ. Paris-Saclay, Inserm, UVSQ).

Fanny Chasseloup

post-doctorante au laboratoire Physiologie et physiopathologie endocrinienne (PHYSENDO – Univ. Paris-Saclay, Inserm).

Archrène Dyrek

doctorante au Département d'astrophysique / astrophysique, instrumentation et modélisation de Paris-Saclay (DAP/AIM – Univ. Paris-Saclay, CEA, CNRS, Univ. Paris Cité).

Clara Marino

doctorante au laboratoire Écologie, systématique et évolution (ESE – Univ. Paris-Saclay, AgroParisTech, CNRS).

Ophélie McIntosh

doctorante au Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales (LATMOS – Univ. Paris-Saclay, UVSQ, Sorbonne Univ., CNRS).

Elise Verrier

post-doctorante au laboratoire Évolution, génomes, comportement et écologie (EGCE – Univ. Paris-Saclay, IRD, CNRS).

Entreprises et projets

Sébastien Floquet,

enseignant-chercheur à l'Institut Lavoisier de Versailles (ILV – Univ. Paris-Saclay, UVSQ, CNRS), son associée **Aneta Ozieranska** et leurs collaborateurs de l'Université d'État de Moldavie ont remporté la médaille d'or, le prix de l'Institut national de la propriété industrielle-France et le prestigieux Grand prix du Salon international des inventions de Genève, pour leur projet Apimona, ayant mené au lancement de leur start-up Oligofeed, actuellement en phase de maturation.

Julien Nicolas

directeur de recherche à l'Institut Galien Paris-Saclay (IGPS - Univ. Paris-Saclay, CNRS) et fondateur de la start-up Imescia, a reçu l'un des trois prix des Innovateurs 2023, décerné par la région Île-de-France.

Je vous souhaite
à toutes et tous une
excellente lecture
de ce numéro de
L'Édition, et de très
belles fêtes de fin
d'année !



© Angélique Gilson / Université Paris-Saclay

L'éditorial

La fin d'année approche et avec elle l'heure des traditionnels bilans. L'année 2023 aura été riche pour le journal *L'Édition* de l'Université Paris-Saclay avec un format enrichi de quatre pages, pour toujours mieux valoriser l'actualité de l'Université, et une nouvelle composition graphique que nous sommes aujourd'hui tous et toutes fiers et fières de vous présenter.

Après huit années d'existence, une refonte graphique de *L'Édition* a été pensée pour offrir un journal plus moderne, agréable, lisible et attrayant. Celui-ci affiche désormais un double format : un cahier central présente les rubriques Recherche et Business & Innovation, tandis qu'un second cahier au format plus étroit comprend les rubriques Prix et récompenses, Formation, Médiation des sciences, Vue d'ailleurs, Vie de campus, Agenda et À lire.

C'est avec un grand honneur que nous rendons hommage dans ce numéro à Pierre Agostini et Anne L'Huillier, tous deux récipiendaires du prix Nobel de physique 2023 pour leurs travaux sur la science attoseconde, débutés au CEA Paris-Saclay. Le 13 novembre dernier, Anne L'Huillier recevait par ailleurs le titre de docteur honoris causa de l'Université Paris-Saclay.

En matière de recherches, vous découvrirez plus spécifiquement dans ce nouveau numéro la politique recherche et développement soutenable élaborée par l'Université et le plan d'actions associé en cours de déploiement. L'étude de l'histoire et des patrimoines humains, matériels comme immatériels, par la communauté scientifique de l'Université, est également à l'honneur. Sur la thématique Santé, vous découvrirez les trois nouveaux outils de poids que sont les Instituts hospitalo-universitaires (IHU) PROMETHEUS et PRISM, et le Biocluster GenoTher, pour l'identification, l'étude et l'appréhension des défis sanitaires présents et futurs, et un tour d'horizon des études basées sur l'approche « une seule santé » faites à l'Université. Enfin, vous bénéficierez d'un état des lieux des connaissances en matière de rayonnements cosmiques, tant sur leur composition que leurs applications possibles. Et au cœur du journal, un aperçu de l'implication de l'Université dans le développement des innovations liées à la 5G et aux réseaux du futur.

Formations doctorales, PhD Track et Centre de formation d'apprentis (CFA) unique font également partie de l'actualité pédagogique récente de l'Université. Nous avons par ailleurs souhaité mettre en lumière la grande solidarité des membres de la Fondation mathématiques Jacques Hadamard (FMJH) en faveur de l'accueil d'étudiantes et d'étudiants ukrainiens dans les laboratoires de mathématiques de l'Université.

En espérant que ce nouveau format vous plaira, je vous souhaite à toutes et tous une excellente lecture de ce numéro de *L'Édition*, et de très belles fêtes de fin d'année !

Estelle Iacona,
Présidente de l'Université Paris-Saclay.

**université
PARIS-SACLAY**

AgroParisTech

CentraleSupélec

École
normale
supérieure
Paris-Saclay

IFSTTAR

INSTITUT
d'OPTIQUE
CARNEGIE ROSSINI
ParisTech

UVSQ
université PARIS-SACLAY

UNIVERSITÉ
d'EVRY
université
PARIS-SACLAY

cea

cnrs

INRAE

Inria

Inserm
Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE ORG

À la découverte du parcours de formation doctorale

Développer les compétences des futurs docteurs et docteurs

Au cours des années consacrées à la rédaction de leur thèse, les doctorantes et doctorants sont invités, pour obtenir leur grade de docteur, à suivre des formations collectives en plus de la formation par la recherche en laboratoire. Qu'elles portent sur des sujets à aborder obligatoirement ou qu'elles concernent des activités hors-recherche, ces formations contribuent au développement des compétences attendues de futures docteurs et de futurs docteurs.

Nombreux sont les objectifs assignés aux différents parcours de formation doctorale que propose une université. Ces derniers contribuent en effet à conforter la culture scientifique des doctorantes et doctorants, à préparer leur devenir professionnel ou encore à favoriser leur ouverture internationale. Pour atteindre ces objectifs, l'Université Paris-Saclay propose de nombreux parcours, notamment dans le domaine de l'intelligence artificielle et des problématiques liées à l'environnement et au développement soutenable.

↓ **Mieux appréhender l'intelligence artificielle**

Si l'intelligence artificielle est un champ de recherche en soi, elle est aussi un accélérateur de la découverte dans de nombreux domaines et conduit donc à de nouvelles pratiques de recherche. En comprendre les concepts de base et être en mesure d'en manipuler les outils n'est donc plus une option pour les chercheurs et chercheuses de demain. C'est pourquoi, dans le cadre du projet SaclAI School, l'Université Paris-Saclay propose un nouveau parcours de formation doctorale, Artificial Intelligence, introduction à l'apprentissage profond, ouvert à toutes les doctorantes et doctorants.

« Notre ambition est vraiment de fournir une formation technique assez profonde mais accessible à un public le plus large possible », indique Aurélien Plyer, chercheur au sein du laboratoire Traitement de l'information et systèmes (DTIS - Univ. Paris-Saclay, ONERA) et membre de l'équipe pédagogique de la formation. Très peu de prérequis sont imposés pour rejoindre ce parcours qui s'articule autour de modules consacrés à la prise en main des outils mathématiques, à l'apprentissage profond, aux architectures de réseaux de neurones, etc. Autant de cours qui aideront les futurs chercheurs et chercheuses qui y assisteront à concevoir et à entraîner leurs propres modèles de réseaux de neurones pour résoudre des problèmes complexes dans des domaines variés.

« Et aussi d'appréhender le monde de l'entreprise grâce aux professeurs associés qui y interviennent et qui ne sont pas forcément issus de laboratoires académiques », ajoute Aurélien Plyer.

↓ **Comprendre les enjeux de la crise environnementale et de la transition écologique**

Les écoles doctorales doivent veiller à ce que tous les doctorantes et doctorants soient sensibilisés et formés aux enjeux du développement soutenable. Au sein de l'Université Paris-Saclay, deux parcours en ligne issus des contenus initialement proposés dans le Diplôme universitaire « Agir pour le climat », mis en place dans le cadre de l'objet interdisciplinaire Alliance for climate, action now ! (AIICAN), sont désormais proposés à ces derniers.

« Notre ambition est vraiment de fournir une formation technique assez profonde mais accessible à un public le plus large possible. »

– Aurélien Plyer

Le premier, intitulé Crises environnementales : comprendre les enjeux et solutions, sert à expliciter ces crises environnementales au prisme de disciplines variées telles que l'économie, la physique, l'écologie, l'histoire environnementale, etc. Concrètement, ce parcours se compose des vidéos des sept conférences d'ouverture du DU « Agir pour le climat », accompagnées de leur support de présentation, que les doctorantes et doctorants peuvent visionner quand elles et ils le souhaitent, chaque conférence étant suivie d'une évaluation via un QCM de compréhension. « Plus que des cours classiques, ces vidéos permettent d'appréhender de manière globale et pluridisciplinaire les enjeux et les solutions associées aux transitions énergétique, climatique et écologique », précise Sophie Szopa, vice-présidente Développement soutenable de l'Université

Paris-Saclay. À titre d'exemples, les participantes et participants ont la possibilité de visionner une conférence de Valérie Masson-Delmotte sur la physique du changement climatique, une conférence de Paul Leadley sur les impacts des changements climatiques sur la biodiversité ou encore une conférence de Yann Leroy sur l'économie circulaire. Pour celles et ceux qui souhaiteraient se remettre à niveau ou approfondir leurs connaissances sur certaines thématiques, après ou en parallèle du visionnage des conférences vidéo précédemment citées, il est également désormais possible, par l'intermédiaire de la Maison du doctorat, d'en savoir plus sur les unités d'enseignement (UE) du DU « Agir pour le climat » en vue d'en sélectionner quelques-unes pour s'y inscrire.

Parmi ces unités d'enseignement :

- Changement climatique, Technologie et société, Économie circulaire et écoconception
- Biodiversité et santé globale
- Gouvernance et responsabilité sociale et environnementale
- Droit de l'environnement et politique publique
- Enjeux économiques contemporains
- Transition énergétique
- Ville, aménagement et transport durable.

Chacune de ces UE s'organise autour de dix à vingt heures de cours dispensés en fin de journée et les jeudis après-midi. « Dans la continuité de l'impulsion donnée par l'Objet interdisciplinaire AIICAN, notre volonté est vraiment de faire vivre l'interdisciplinarité de notre approche en rendant accessibles ces cours à des publics toujours plus nombreux et divers », explique

Jeanne Gherardi, membre du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Univ. Paris-Saclay, CNRS, CEA, UVSQ) et coresponsable du DU « Agir pour le climat ».

« En agrégeant ainsi un maximum de profils, nous espérons créer un espace physique de rencontre et de dialogue où, tous ensemble, l'on travaillerait à la construction d'un langage commun », complète Maxence Rojo, chef de projet pour l'objet interdisciplinaire AIIKAN.

Aborder les enjeux environnementaux à la lumière du droit



Si les grands enjeux environnementaux soulèvent d'importantes questions relevant du champ des sciences fondamentales, ils constituent également un important sujet de travail et de recherche pour les juristes. « De la personnalisation du vivant non humain à la question du bien-être animal, en passant par la notion de sobriété : nombreux sont les grands thèmes qui agitent aujourd'hui le droit de l'environnement, mais qui au fond nous concernent toutes et tous », illustre Laurent Fonbaustier, responsable du master Droit de l'environnement de la Faculté Jean Monnet (Droit – Économie – Management) et membre de l'équipe pédagogique de la formation doctorale. C'est donc pour fournir, à la lumière



© PICS/CentraleSupélec

du droit comme outil, quelques clés de compréhension de ces grands enjeux que la Graduate School Droit de l'Université Paris-Saclay propose depuis cette année à toutes les doctorantes et doctorants qui le souhaitent une formation de cinq heures intitulée Entre écologie et droit : les grands enjeux environnementaux.

Au programme de cette formation, après une première heure de mise en perspective du sujet et de réflexion autour de la formulation de la question des enjeux écologiques, quatre thèmes seront proposés : la personnalisation du vivant non-humain qui abordera la question des représentations,

la thématique des déchets en lien avec la question du gaspillage, la thématique du climat et la problématique des différences de temporalités entre le droit et le politique, la thématique de la biodiversité et la question du continuum du vivant. « De ces ateliers que nous avons voulu très interactifs, nous espérons que nos étudiantes et étudiants ressortiront avec une conscience plus aigüe de l'extrême complexité de ces sujets et de la nécessité de co-construire », conclut Laurent Fonbaustier. Une proposition qui semble avoir immédiatement rencontré son public comme en témoignent les dix-huit participantes et participants de cette première session.

PhD Track

Un nouveau programme pour s'engager sur la voie du doctorat

Sous forme expérimentale, le programme PhD Track est lancé à l'Université Paris-Saclay à partir de l'année universitaire 2023-2024. Au total, une quinzaine d'étudiantes et d'étudiants bénéficieront du programme dès son démarrage.

Véritable « rampe de lancement » vers le doctorat, le PhD Track est un programme à destination d'étudiantes et étudiants désirant s'investir dans un projet doctoral dès leur entrée en première année de master. Lors de la première session 2023-2024, les étudiantes et étudiants devront inscrire leur projet dans une thématique de développement soutenable ou de sciences pour la santé.

de master et renouvelable en deuxième année en cas d'avis favorable de la commission de suivi du PhD Track. Une fois le diplôme de master obtenu par l'étudiante ou l'étudiant, et sous réserve de l'avis favorable de l'école doctorale concernée, elle ou il obtient un contrat doctoral de trois ans pour effectuer sa thèse au sein d'une unité de recherche de l'Université. Enfin, les étudiantes et étudiants sélectionnés s'engagent à être des ambassadeurs et ambassadrices (sur leur thématique) de l'Université Paris-Saclay à l'occasion de différents événements de promotion de la formation.

Pour bénéficier du PhD Track, il est nécessaire d'être inscrit ou inscrite en première année de master à l'Université Paris-Saclay.



Un suivi et une bourse tout au long du parcours

Le PhD Track comprend un suivi individuel de l'étudiant ou de l'étudiante lauréate par un ou une mentor, membre d'une unité de recherche de l'Université Paris-Saclay. Ce mentorat complète le *PhD master's programme*, un programme d'accompagnement personnalisé adapté à l'orientation des travaux et aux besoins de chaque lauréate et lauréat. Une bourse d'études est accordée à ces derniers durant leur première année

Pour bénéficier du PhD Track, il est nécessaire d'être inscrit ou inscrite en première année de master à l'Université Paris-Saclay, d'avoir l'ambition de poursuivre son master par une thèse et d'être retenu par le jury du programme. Les candidatures au PhD Track s'effectueront du 20 novembre au 11 décembre 2023, des auditions des candidates et candidats admissibles auront lieu entre le 16 et le 23 janvier 2024, pour une réponse définitive le 26 janvier 2024 au plus tard.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/phd-track-programme-daccompagnement-vers-le-doctorat>

L'École universitaire de premier cycle

Un premier bilan positif



Composante transverse de l'Université Paris-Saclay, l'École universitaire de premier cycle a pour mission de coordonner les actions autour de la réussite étudiante sur la formation de premier cycle.

Une mission déclinée autour de trois axes principaux : mieux réussir ses études, mieux construire son projet personnel et professionnel et mieux s'ouvrir au monde. Alors qu'elle vient de publier son premier bilan pour la période 2020-2022, l'École universitaire de premier cycle affiche de premiers résultats très positifs. « Après seulement deux ans d'existence, l'École a vraiment trouvé sa place au cœur du dispositif Paris-Saclay : elle est aujourd'hui reconnue par la communauté enseignante et administrative de l'ensemble des composantes avec lesquelles nous travaillons, non seulement dans son rôle de coordination

mais aussi pour son engagement au service de la réussite de nos étudiantes et étudiants au travers des nombreuses actions initiées », explique Pascal Aubert, directeur de l'École universitaire de premier cycle. Au crédit de ce bilan positif, on peut notamment citer la montée en puissance du tutorat avec la création d'un poste de coordinatrice, le déploiement du Projet personnel d'études et d'insertion dans chaque formation de premier cycle ou encore la mise en place des cours en ligne privés (Small Private Online Course – SPOC) sur les questions de transition écologique et de sens critique.

https://ecole-universitaire-paris-saclay.fr/sites/default/files/2023-02/bilan_1er_cycle_ups2022_10.02_v1l.pdf

L'Université Paris-Saclay créé un CFA unique

Vers une harmonisation

À la rentrée universitaire de septembre 2023 et dans le cadre de sa stratégie de développement de l'offre de formation par apprentissage, l'Université Paris-Saclay a lancé son nouveau Centre de formation des apprentis (CFA).

Aujourd'hui, l'Université Paris-Saclay présente environ 180 formations en apprentissage, au sein desquelles les apprenties et apprentis, de niveau bac+1 jusqu'à bac+5, ont la possibilité d'acquérir à la fois des compétences théoriques, à l'université, et des compétences pratiques, en insertion directement dans une entreprise.

À l'interface entre les étudiantes et étudiants candidats, les équipes pédagogiques des formations concernées et les entreprises partenaires, le CFA Université Paris-Saclay est donc la pierre angulaire de la formation par l'apprentissage à l'Université. « Jusqu'à l'année dernière, nous travaillions avec plus de 20 CFA différents, proposant chacun leurs propres services. La grande multiplicité des partenaires n'était pas évidente à gérer. En créant notre propre CFA, nous souhaitons harmoniser et optimiser les fonctionnements de l'apprentissage à l'Université.

Nous souhaitons apporter notre soutien à la fois aux équipes encadrantes de chaque formation, aux étudiantes et étudiants en recherche de contrats d'apprentissage, et aux entreprises partenaires du monde socio-économique », détaille Sylviane Liotenberg, chargée de mission apprentissage à l'Université et désormais directrice du CFA Université Paris-Saclay.

De par la spécificité de son parcours, la formation par l'apprentissage attire de nouveaux profils à l'Université Paris-Saclay. « L'apprentissage permet, grâce à une rémunération et à une approche plus "concrète", d'ouvrir les portes de l'université à un large éventail d'étudiantes et étudiants », complète Sylviane Liotenberg.

« L'apprentissage permet, grâce à une rémunération et à une approche plus « concrète », d'ouvrir les portes de l'université à un large éventail d'étudiantes et étudiants. »

– Sylviane Liotenberg

Au total, plus de 450 apprenties et apprentis ont rejoint à la rentrée de septembre 2023 la communauté étudiante de l'Université Paris-Saclay, au sein de bachelors universitaires technologiques (BUT), licences professionnelles, masters et diplômes d'ingénieur. Un chiffre que Sylviane Liotenberg espère voir progresser à l'avenir : « nous espérons accueillir environ 1 800 apprenties et apprentis en 2025 ».

Déclics Collège à Montlhéry

Échanges croisés entre élèves de 3^e et scientifiques autour de la médecine régénérative

Dans le cadre de l'opération Déclics Collège, destinée à favoriser la découverte du milieu de la recherche par un public collégien, quatre classes de 3^e du collège Paul Fort à Montlhéry (Essonne) ont, début juin, rencontré une équipe de scientifiques de l'Université Paris-Saclay venue leur parler des mécanismes de régénération à partir de cellules souches.



© Université Paris-Saclay

« Quel est le nombre de cellules dans notre corps ? Sont-elles toutes pareilles ? »

C'est par des questions très générales que démarre la présentation de l'équipe Cellules souches et neurogenèse dans la rétine de l'Institut de neurosciences Paris-Saclay (NeuroPSI – Univ. Paris-Saclay, CNRS), ce vendredi 9 juin 2023, au collège Paul Fort de Montlhéry. Face à la trentaine d'élèves de troisième présents dans la salle, les quatre scientifiques du laboratoire NeuroPSI font preuve de pédagogie, de bienveillance et de patience afin de susciter chez leur jeune auditoire intérêt et participation, et l'éveiller aux fondamentaux cellulaires et génétiques du corps humain.

La rencontre s'inscrit dans les Déclics Collège, une opération portée par La Diagonale Paris-Saclay et qui a pour but de faire venir dans des collèges des équipes de scientifiques aux thématiques de recherche variées (astrophysique, bioacoustique, climat, neurologie...). Elle vise à limiter chez les jeunes, en particulier les filles, l'autocensure dans les domaines scientifiques, tout en leur faisant découvrir le monde des études supérieures et de la recherche. « Ce type d'intervention est important pour leur culture scientifique car ils ne disposent que d'une heure et demi de cours de sciences de la vie et de la terre (SVT) par semaine, témoigne Lambert Dubin, professeur de SVT au collège Paul Fort. Cela permet aussi de leur montrer les métiers dans les sciences et le cursus nécessaire pour y arriver. »

Ce vendredi de juin, quatre classes de troisième du collège Paul Fort bénéficient de l'opération. Chaque intervention, d'une durée de près de deux heures, se déroule en trois étapes : une présentation de l'équipe et de sa thématique de recherche, suivie d'ateliers de *speed-meeting* de quinze minutes avec les élèves en petits groupes, durant lesquels chaque membre de l'équipe en profite pour décrire sa profession, son parcours et sa recherche. Enfin, un échange optionnel avec le corps enseignant clôt la session.

Découverte des recherches, des modèles animaux et des métiers



L'intervention du jour se concentre sur les cellules souches et leurs avantages en médecine régénérative, notamment de la rétine, et en thérapie cellulaire. « C'est tout l'intérêt de cette rencontre, car les cellules souches sont au programme en troisième », souligne le professeur de SVT. Pour engager la discussion autour de cette thématique de recherche, l'équipe de NeuroPSI dispose d'un allié de choix : l'axolotl, aux caractéristiques très étonnantes. « En cours, les élèves ont posé beaucoup de questions au sujet de cet animal », confie Lambert Dubin. Cette salamandre aquatique, dont la tête est coiffée de branchies externes, est la championne de la régénération, toutes espèces confondues. Elle est capable de régénérer en intégralité un de ses membres s'il est coupé ou endommagé. Rien de tel pour faire comprendre aux collégiennes et collégiens l'intérêt de recherches sur les amphibiens, destinées à identifier les différences entre espèces et trouver des pistes pour régénérer la rétine de patientes et patients atteints de maladies de l'œil.

Vulgarisation scientifique et apport de connaissances : un public conquis



Enthousiastes, les médiateurs et médiatrices scientifiques du jour sont pleinement investis dans leur mission de diffusion des sciences, qu'ils estiment être également le rôle des scientifiques. « On est évidemment obligé de s'adapter aux élèves, d'être dans un degré de vulgarisation très important. Mais j'adore réussir à leur faire dire des choses qu'ils tirent de leur bon sens, à les faire raisonner. Aujourd'hui, de leur propre chef, ils ont sorti des concepts qu'on enseigne à des étudiantes et étudiants en première ou deuxième année de licence », commente Caroline Borday. « Ce type de rencontre contribue à la visibilité de la recherche et montre qu'elle n'est pas inaccessible et que les scientifiques sont des personnes comme les autres », abonde Léa Jaulin.

En somme, une journée d'échanges qui laisse de part et d'autre de très bonnes impressions. « Les élèves repartent avec un bagage de connaissances qu'ils n'avaient pas en arrivant. Le discours des scientifiques était globalement bien adapté et les élèves ont pu réviser des notions qu'ils avaient vues en cours », déclare le professeur de SVT.

Enthousiastes, les médiateurs et médiatrices scientifiques du jour sont pleinement investis dans leur mission de diffusion des sciences.

Lors des ateliers de *speed-meeting*, grâce à Albert Chesneau, ingénieur d'études à NeuroPSI, les élèves font connaissance avec le xénope, le modèle amphibien étudié au laboratoire et dont quelques têtards vivants sont présents sur une table. Ils s'initient également à la question du bien-être animal. Avec Léa Jaulin, doctorante en première année de thèse à NeuroPSI, ils se documentent sur la poursuite d'études et les diplômes universitaires – licence, master, doctorat – encore inconnus à leurs yeux. Avec Caroline Borday et Patrick Pla, maîtres de conférences à l'Université Paris-Saclay, ils découvrent le métier d'enseignant-chercheur, « deux métiers en un ! ».

« J'ai trouvé les explications claires et intéressantes, et appris des choses que je ne savais pas », confirme la collégienne Oihana. Sa camarade Nina commente : « C'est intéressant de voir le parcours des gens. Le nombre d'années d'études nécessaire est long ! » Quant à Arthur et Maxence, ils n'en reviennent toujours pas du nombre de cellules présentes dans un corps humain – 30 000 milliards ! – et du fait que beaucoup se régénèrent en continu. « Ça nous a donné envie de plus nous intéresser aux sciences. Ça serait bien d'avoir plus souvent des interventions de ce type ! », concluent en chœur les deux collégiens.

<http://www.sciencesociete.universite-paris-saclay.fr/participer/des-scientifiques-dans-les-collages/>

Résidences d'artistes

L'Université Paris-Saclay ouvre ses portes à la création artistique



© L. Godart / CEA

Du CEA à l'Université d'Évry, nombreux sont les établissements et instituts de recherches membres de l'Université Paris-Saclay qui ouvrent leurs portes à des artistes. Retour sur les résidences d'artistes les plus récentes au sein de l'Université.

Consistant pour des institutions à accueillir un, une ou plusieurs artistes en leur sein durant un temps défini, une résidence d'artiste est souvent l'antichambre de créations nouvelles et d'une mise en lumière particulière des travaux effectués dans lesdites institutions. Nombreuses et nombreux sont donc les artistes à effectuer des résidences dans le milieu de la recherche.

« Une résidence d'artistes, c'est avant tout un moment privilégié d'expérimentations », décrit Serge de Laubier, compositeur et fondateur de Puce Muse, accueilli en résidence au sein de l'Émulateur, l'espace pédagogique de l'Université d'Évry.

Au cours de l'année universitaire 2022-2023, Serge de Laubier et ses collègues artistes ont co-conçu, avec des étudiantes et étudiants bénévoles le projet *La tête dans le piano*. Une résidence inédite, tant par sa collaborativité que par son caractère intrigant : « nous avons demandé aux étudiantes et étudiants de jouer et de créer des variations du premier prélude du Clavecin bien tempéré de Bach, à l'aide de manettes de consoles de jeux et du méta-instrument, un instrument de notre création composé de 92 capteurs et assisté par ordinateur », décrit le compositeur. En octobre 2023, à l'occasion de la Fête de la Science, Serge de Laubier et Puce Muse sont retournés à l'Université d'Évry pour présenter leurs derniers travaux.



La position de l'ethnologue

Entre 2017 et 2022, Hélène Launois a effectué une résidence au sein du CEA Paris-Saclay. L'artiste plasticienne est notamment connue pour ses sculptures d'objets et leur mise en scène face à la lumière. « Avant cette résidence, j'avais déjà créé des sculptures à l'aide d'oscilloscopes, des cabinets d'alchimie avec de la verrerie de chimie, etc. J'ai longtemps été attirée par les nombreux matériaux dont regorge le CEA », décrit-elle. Avec son exposition *Faire connaissance* née de cette résidence,

et notamment ses œuvres *Nuage transistor* ou *Repas de béton*, Hélène Launois met en avant les objets et « matériaux » de la recherche au CEA.

« Depuis toujours, je travaille avec la lumière, grâce à des composants électroniques que je cachais initialement. J'ai rendu ces composants apparents, pour des raisons esthétiques », explique-t-elle. Ces cinq années de résidence au CEA Paris-Saclay lui ont permis une grande appréhension du milieu de la recherche. « Durant cette résidence, j'ai beaucoup travaillé avec les ingénieures, ingénieurs, techniciennes et techniciens à la conception de mes œuvres. J'ai également rencontré et discuté avec beaucoup de chercheuses et chercheurs, décrit l'artiste. Je n'avais aucune idée de ce que j'allais produire comme œuvres en arrivant en 2017 ! Je dirais que j'ai adopté une posture d'ethnologue en terrain nouveau, m'accoutumant peu à peu à mon milieu d'observation. Cela a déteint sur mes œuvres, il me semble ; la sculpture *Cérémonie* est par exemple présentée comme un objet purement ethnographique », détaille Hélène Launois.

<https://www.pucemuse.com/la-tete-dans-le-piano/>

<https://www.cea.fr/paris-saclay/Pages/Actualites/Institutionnel/2023/expo-helene-launois-2023-gif.aspx>

« Depuis toujours, je travaille avec la lumière, grâce à des composants électroniques que je cachais initialement. J'ai rendu ces composants apparents, pour des raisons esthétiques. »

– Hélène Launois

Découvrir la science

Les conférences Cyclope du CEA

Depuis plus de quinze ans, le CEA Paris-Saclay et l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN – Univ. Paris-Saclay, CEA) organisent des conférences de vulgarisation scientifique à destination du grand public.

Baptisées Cyclope, ces conférences donnent la parole à des chercheurs et chercheuses membres du CEA ou d'autres organismes de recherche et présentent l'actualité scientifique, sur des thèmes variant de l'archéologie au nucléaire, en passant par la santé, le climat ou l'univers. Gratuites, les conférences

Cyclope se tiennent en soirée, la semaine, dans le grand amphithéâtre de l'INSTN. Celles-ci sont également retransmises en direct sur la page Facebook du CEA Paris-Saclay puis conservées sur la chaîne YouTube du CEA. La prochaine conférence Cyclope, intitulée *Les protéines sont partout !*, sera présentée par Marie-Hélène Le Du, chercheuse au sein de l'Institut de biologie intégrative de la cellule (I2BC – Univ. Paris-Saclay, CEA, CNRS).



<http://bit.ly/ConferencesCyclope>



● Recherche

10 Développement
soutenable et recherche

13 Décrypter l'histoire
et le patrimoine

18 Environnement,
animaux, humains : une santé

21 Rayonnements
cosmiques de basse
énergie

● Business & Innovation

16 La 5G et les réseaux
du futur

Développement soutenable et recherche

L'Université Paris-Saclay déploie son plan d'actions

Inscrit au cœur des préoccupations de l'Université Paris-Saclay, le développement soutenable constitue un élément stratégique fort de la politique de l'Université. Consciente qu'elle doit tendre à l'exemplarité, l'Université opère un travail continu pour minimiser la demande en ressources et l'impact de ses activités, notamment de recherche.

Mots-clefs

Écologie

Recherche

Plan d'action

Les rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) ne laissent planer aucun doute : les trajectoires de développement passées et actuelles sont à l'origine de modifications graves, pour certaines irréversibles, du climat et de la biodiversité sur Terre. Les activités humaines et industrielles sont la cause de ces changements profonds.

Ces constats interpellent le monde de la recherche, bien au-delà des seuls spécialistes de ces sujets. Les scientifiques se mobilisent pour contribuer à s'inscrire dans des trajectoires plus soutenables.

Engager des actions transformatrices

Avec sa communauté de 48 000 étudiantes et étudiants, ses 230 laboratoires et ses 9 000 personnels de recherche, l'Université entend opérer pour elle-même un tel choix de trajectoire. Depuis 2021, elle a adopté une « Charte développement soutenable » et, en janvier 2023, décliné les grandes lignes de sa stratégie dans le cadre du plan de sobriété énergétique.

« On a dépassé la question de la manière de faire de la recherche pour aller vers celle de sa finalité et des conditions sous lesquelles des bifurcations individuelles ou collectives sont possibles. »

– Thierry Doré

Opérer un tel choix implique de développer des formations vers de nouveaux métiers, des ruptures technologiques et des recherches sur les changements environnementaux, de nouveaux procédés moins émetteurs et moins gourmands en ressources, des procédés de recyclage des matériaux critiques, des changements réglementaires, des modifications de la société, etc. Et de prendre conscience de ses propres impacts.

Aujourd'hui, présidence, vice-présidences et directions de l'Université Paris-Saclay sont sur le pont pour relever ces défis. « On a enclenché une réflexion et une dynamique pour la mise en œuvre d'une stratégie forte pour les années à venir,

et ce dans toutes les missions de l'Université, notamment de recherche », annonce Thierry Doré, vice-président Recherche à l'Université Paris-Saclay. Cette stratégie répond également au déploiement obligatoire d'un Schéma directeur du développement durable et de la responsabilité sociétale (S3DRS) demandé par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MESR). Pour rappel, afin de tenir l'engagement européen d'une baisse des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 55 % en 2030 par rapport à 1990, la France doit réduire ses émissions d'environ 4,7 % par an d'ici à 2030. Au regard des spécificités du secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche, le MESR a fixé l'objectif de respecter une baisse minimale de 2 % par an.

Intégrer le développement soutenable dans la recherche

À l'Université Paris-Saclay, les vice-présidences Recherche et Développement soutenable de l'Université pilotent la mise en place d'une politique de développement soutenable appliquée à la recherche, soumise à l'approbation des conseils. Le colloque « Sciences fondamentales et développement soutenable : que faudrait-il changer dans nos recherches ? » organisé le 31 mai 2023 en collaboration avec le Centre d'Alembert, constitue un premier jalon visible de cette stratégie.

Dans le cadre de l'année internationale des sciences fondamentales pour le développement soutenable, l'Université a souhaité aborder les problématiques éthiques que posent à la recherche la dégradation de l'environnement et les inégalités économiques et sociales, d'un point de vue théorique et pratique. Près de trois cents personnes, dont la moitié de doctorantes et doctorants, ont participé à ce colloque. « C'est un élément marquant : cela veut dire qu'il s'agit d'un point d'attention chez les jeunes scientifiques, souligne Thierry Doré. La discussion n'est pas restée confinée aux seuls domaines de l'écologie ou de la physique. On a dépassé la question de la manière de faire de la recherche pour aller vers celle de sa finalité et des conditions sous lesquelles des bifurcations individuelles ou collectives sont possibles. » Tout l'enjeu, maintenant, est de faire en sorte que l'ensemble des communautés de l'Université se saisissent du sujet, « selon des modalités qui leur sont appropriées et avec des questionnements qui dépendent des caractéristiques de leurs disciplines », remarque Thierry Doré.

Un plan d'actions en discussion

Une politique recherche et développement soutenable contenant un plan d'actions a également été élaborée et proposée à la discussion auprès de la communauté de recherche, de tous les personnels dans les laboratoires, des responsables des directions. Ce plan d'actions a été présenté en juillet 2023 aux directeurs et directrices de laboratoires à l'échelle des composantes de l'Université. Il a pour objectif de les accompagner dans l'identification des pratiques ayant le plus de répercussions sur l'environnement. « Il s'agit de renforcer les liens et de faire en sorte que cette dynamique se ramifie dans tous les laboratoires de l'Université », confie Thierry Doré.

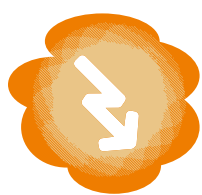
Si ces actions concernent les laboratoires de recherche, certaines doivent s'appliquer plus globalement à l'échelle de l'Université. Pour sa mise en œuvre, le plan d'actions s'appuie sur le réseau des référents et référentes développement soutenable nommés dans les laboratoires, qui assurent le relais bidirectionnel de l'information. Une partie du financement des actions est assurée par l'affectation d'une fraction des frais de gestion appliqués au budget des programmes de recherche en gestion à l'Université. Le plan d'actions a également été présenté au comité de direction et au conseil d'administration de l'Université à l'occasion d'un webinaire réalisé le 17 novembre dernier.

En ce qui concerne les impacts climatiques, afin de sensibiliser les personnels de recherche à la problématique, les laboratoires de l'Université ont la possibilité de réaliser leur propre bilan d'émission de GES, comme certains l'ont déjà fait, et de recourir à des outils d'aide à la planification de réduction de ces émissions (voir focus ci-après).

Vers une consommation énergétique à la baisse

La consommation énergétique, pour le chauffage et la climatisation, constitue un élément important du bilan GES des laboratoires. Cette consommation est aujourd'hui en grande partie gérée au niveau de l'Université, qui pilote le type d'énergie utilisée, la régulation des températures à la source et la rénovation thermique des bâtiments. Dès lors, la marge de manœuvre pour les laboratoires consiste à optimiser l'utilisation des locaux afin de diminuer les surfaces occupées, et à appliquer les préconisations de sobriété énergétique en matière de températures dans ces locaux, quand cela est possible.

PLAN D'ACTION POUR UNE NOUVELLE POLITIQUE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT SOUTENABLE DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY



Baisser la consommation énergétique

- Régulation des températures
- Rénovation thermique
- Optimisation de l'utilisation des locaux



Surveiller les émissions indirectes

- Recrutement d'une personne spécialiste des achats responsables
- Meilleure gestion des déchets
- Mise en place de magasins centraux pour limiter la quantité des produits stockés



Mobilité professionnelle plus sobre

- Réduction de 20 % des GES liés aux déplacements professionnels d'ici 2025
- Définition d'un budget carbone individualisé annuel maximum



Évaluation plus globale des recherches

- Examen du positionnement des projets vis-à-vis de la transition énergétique
- Augmentation de la visibilité des recherches s'alignant sur les objectifs du développement soutenable

En fonction des équipements spécifiquement utilisés pour les activités de recherche, la consommation électrique des laboratoires est toutefois très variable. C'est pourquoi le plan d'actions propose un échange avec chacun d'entre eux afin d'identifier les moyens de réduire leur consommation. Un guide d'autodiagnostic devrait sortir d'ici fin 2023.

Une mobilité professionnelle raisonnée et plus sobre

Un autre point stratégique concerne les déplacements professionnels réalisés dans le cadre des activités de recherche. Qu'ils soient destinés à l'acquisition de données ou à la participation à des congrès scientifiques internationaux, ces déplacements - et le mode de transport choisi - comptent pour une part importante du bilan GES de certains laboratoires.

En septembre 2022, le MESR a fait part aux opérateurs d'enseignement supérieur et de recherche d'un certain nombre de directives énoncées dans une circulaire sur la sobriété énergétique. Cette circulaire vise, d'ici à 2025, à réduire de 20 % les émissions de GES liées aux déplacements professionnels des personnels de recherche, dominées par les déplacements en avion.

En conséquence, l'Université engage chaque laboratoire, selon son contexte propre, à prendre des mesures limitant les transports aériens et routiers pour ses personnels via, par exemple, la définition d'un budget carbone individualisé annuel maximum. Dans le même temps, elle les invite à entamer une réflexion quant à l'accueil de personnes extérieures recourant à ces modes de transport, que ce soit à titre individuel, pour des colloques ou d'autres manifestations collectives.

Conjuguer politique d'achats, émissions indirectes de GES et impacts sur la biosphère

En parallèle, l'Université s'attelle à la question des émissions indirectes, c'est-à-dire celles liées aux achats et à l'empreinte carbone de leur fabrication et de leur transport. Elle a enclenché un

diagnostic des achats les plus critiques et des marges de progrès possibles. La mise en place de magasins centraux serait un moyen d'améliorer la sécurité dans les laboratoires, en limitant la quantité de produits stockés. « Le magasin central du bâtiment Henri Moissan, prévu dès la construction du bâtiment, pourrait faire office de démonstrateur. Quoiqu'il en soit, cela impliquera des recrutements afin de faire tourner le magasin et de réaliser les livraisons », explique Sophie Szopa, vice-présidente Développement soutenable à l'Université.

En matière d'équipements, l'Université préconise d'allonger leur durée de vie et si leur remplacement s'avère nécessaire, d'envisager leur réutilisation par d'autres communautés, leur recyclage ou leur destruction maîtrisée. Le rappel des plateformes d'échanges d'équipements existantes au sein de l'Université sera fait.

L'élimination des déchets dangereux et spécifiques est réglementée et l'Université applique cette réglementation. Une évaluation du tri et de la collecte des déchets, hors déchets spéciaux, aura prochainement lieu afin de faire émerger des pistes d'amélioration.

Au regard de certains procédés gourmands en eau, l'Université analysera au cas par cas les possibilités de remplacement de circuits ouverts par des circuits fermés ou les leviers de diminution d'usage. Les recherches exigeant d'importantes surfaces au sol (forestier, agricole) feront l'objet d'un diagnostic spécifique auprès des laboratoires concernés.

Une appréciation de l'impact environnemental des recherches

L'engagement de l'Université en matière de sensibilisation aux enjeux de développement durable doit également se refléter dans l'évaluation des projets de recherche. Toute entité de l'Université organisant un appel à projets est ainsi invitée à faire apparaître dans sa grille d'évaluation une dimension examinant le positionnement du projet vis-à-vis de la transition écologique. Cette évaluation concernera le sujet de recherche en lui-même et sa capacité à faire progresser les enjeux de la

transition écologique, les mécanismes par lesquels l'acquisition de résultats aura un impact sur l'environnement et les mesures prises pour réduire ces impacts.

L'Université entend également accroître la visibilité des recherches s'alignant sur les objectifs du développement soutenable. Ses efforts pour promouvoir la science ouverte et favoriser l'interdisciplinarité vont par ailleurs dans ce sens.

La question d'une prise en compte plus générale des enjeux du développement soutenable dans toutes les décisions d'orientation des recherches se pose toutefois en filigrane. Compte-tenu de l'urgence écologique, est-il nécessaire de favoriser des recherches centrées sur les enjeux du développement soutenable afin d'identifier des voies de progrès ? Doit-on renoncer à certaines recherches dont les applications pratiques supposées seraient contraires à des trajectoires durables ? Des recherches non finalisées sont-elles à même de favoriser autant de progrès que des recherches finalisées ? Doit-on refuser d'engager des recherches avec des partenaires non académiques dont les activités seraient contraires aux trajectoires de développement soutenable, bien que l'objet du partenariat ne le soit pas ?

« On sait bien que le chemin va être long, qu'il y aura des retours en arrière et des points de blocage, mais cela ne doit pas empêcher d'avancer de manière volontariste. »

– Thierry Doré

« On sait bien que le chemin va être long, qu'il y aura des retours en arrière et des points de blocage, notamment sur les émissions de GES, tendant à minimiser l'impact individuel au motif qu'il y en aurait d'autres davantage émetteurs, mais cela ne doit pas empêcher d'avancer de manière volontariste. », signale Thierry Doré. « Pour le moment, tous les éléments du plan d'actions sont dans le domaine du conditionnel. Mais on espère qu'à un moment donné, ils ne le seront plus et deviendront concrets », conclut Sophie Szopa.

Références

- <https://www.universite-paris-saclay.fr/universite/nos-projets-identitaires/developpement-soutenable>
- <https://www.centre-dalembert.universite-paris-saclay.fr/2023-sciences-fondamentales-et-developpement-soutenable-que-faudrait-il-changer-dans-nos-recherches/>
- Plan Climat, biodiversité et transition écologique du MESR : https://services.dgesip.fr/fichiers/Plan_climat_MESR_4.pdf

Le parcours d'un laboratoire en transition

L'exemple du laboratoire MaIAGE

Engagé depuis quelques années dans la réduction de son empreinte carbone, le laboratoire MaIAGE poursuit sa transition, marquée par la réalisation d'un premier bilan d'émission de gaz à effet de serre en 2020 et l'adoption récente d'un scénario de réduction volontariste, construit avec l'aval de l'ensemble des membres du laboratoire et le soutien du collectif Labos 1point5.

Alors que les aspects liés au développement durable étaient depuis 2017 en discussion, « certains agents ont commencé à exprimer le souhait d'adopter des écogestes au travail pour être en cohérence avec leurs actions personnelles », relate Sophie Schbath, chercheuse et ancienne directrice du laboratoire Mathématiques et informatique appliquées du génome à l'environnement (MaIAGE – Univ. Paris-Saclay, INRAE), et actuelle référente développement soutenable au laboratoire. Cela démarre avec le tri des déchets, l'installation d'ampoules basse consommation, l'abandon de la vaisselle jetable... Des rendez-vous réguliers, ouverts à tous les membres du laboratoire, se mettent en place.

En cause : la zone géographique du laboratoire - Jouy-en-Josas (Yvelines) –, mal desservie par les transports en commun et qui contraint certains personnels à venir en voiture. « Le chauffage au gaz d'un de nos deux bâtiments explique la deuxième place (24 % des émissions). » Viennent ensuite les déplacements professionnels et les équipements informatiques (19 % et 18 % des émissions), et la consommation d'électricité (7 %). Au final, en ajoutant les achats, le bilan GES du laboratoire s'élève à 158 tonnes équivalent CO₂, soit 2,8 tonnes par agent.

Pour le réduire, des propositions voient le jour, dont certaines sont instaurées, comme acheter moins de matériel informatique ou repousser le renouvellement des ordinateurs à cinq ans. « Certains collègues ont commencé à changer leur pratique d'eux-mêmes, sans attendre d'éventuelles mesures contraignantes : par exemple moins voyager et moins prendre l'avion pour se rendre à une conférence et plutôt la suivre en visio. » D'autres décident de se mettre en télétravail un jour de plus ou utilisent leur vélo pour venir travailler.

La constitution de scénarios emboîtés et ambitieux

L'équipe décide alors d'établir une liste d'actions et demande à ses collègues s'ils sont prêts, ou non, à les accepter. « On a listé 28 actions, réparties sur à peu près tous les postes d'émission de notre bilan GES. Ça allait d'actions très simples – comme mettre un thermomètre dans son bureau – à des mesures plus contraignantes, comme celle d'avoir un quota pour ses déplacements professionnels en avion. » Elle procède à un vote électronique, auquel participent trois quarts des agents du laboratoire. Sur la base des résultats, l'équipe imagine des plans d'action de plus en plus ambitieux qu'elle intègre dans cinq scénarios emboîtés comme des poupées russes et numérotés de zéro à quatre. Le scénario zéro est celui du statu quo et le numéro 1 celui de la sensibilisation. Avec les scénarios 2, 3 et 4 entrent des actions plus contraignantes. « L'idée était de cumuler progressivement ces actions au sein des scénarios, en ajoutant les moins acceptées en dernier. »

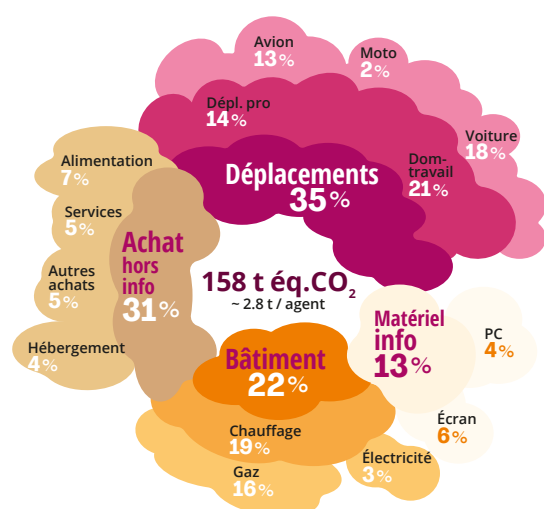
L'équipe présente ces scénarios lors d'une assemblée générale de laboratoire et les soumet au vote du personnel. Le laboratoire s'engage à adopter le scénario le plus ambitieux recueillant au moins 50 % de soutien. C'est finalement le scénario n°3 qui sort gagnant et est adopté en mars 2022. « Cela a été une agréable surprise ! On estime qu'il pourrait correspondre à 40 % de réduction de nos émissions à l'horizon 2030 par rapport à 2019. » Les premières diminutions se font d'ores et déjà ressentir, notamment celles liées aux missions, aux déplacements domicile-travail et au matériel informatique. La mise en place d'une auto-taxe carbone représente par ailleurs une des actions fortes du scénario retenu. Elle alimente un fonds dédié à des investissements visant des économies d'énergie. « Comme, pour l'heure, nous avons du mal à réduire nos émissions liées à la consommation énergétique (gaz, électricité) de nos bâtiments - cela nécessite de changer de système de chauffage et de pilotage et d'améliorer l'isolation des bâtiments -, nous avons décidé d'économiser de façon pluriannuelle une partie du budget de fonctionnement du laboratoire pour engager ces dépenses. » En 2022, cela représente 4 000 euros.

Pour tout laboratoire qui souhaiterait se lancer dans des initiatives similaires, Sophie Schbath préconise de réunir trois éléments. « Le premier est de constituer un petit noyau de quelques personnes enthousiastes, motivées et prêtes à y passer du temps. En deuxième lieu, il faut recueillir le soutien de la direction du laboratoire. Enfin, il s'agit de faire preuve de transparence et d'inclusion. »

Références

<https://maiage.inrae.fr/node/2551>
<https://labos1point5.org>

BILAN DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU LABORATOIRE MaIAGE EN 2019



Plus loin dans l'expérimentation

Fin 2020, Labos 1point5 sort son outil GES 1point5. Le laboratoire MaIAGE réalise alors un nouveau bilan GES et le poste lié aux achats, entre-temps développé par le collectif, en prend la tête. Afin de mieux comprendre ces émissions dues aux achats, Sophie Schbath crée ses propres catégories d'achats (hébergement, licences informatiques, abonnements...), et découvre que « la moitié des émissions GES des achats sont liées aux déplacements professionnels et au remboursement des notes de frais. »

En 2021, Labos 1point5 lance l'expérimentation Expé 1point5, afin d'expérimenter des mesures de réduction à grande échelle et tester leur efficacité. Suite à l'accord du conseil de service, le laboratoire MaIAGE rejoint la vingtaine d'autres laboratoires pilotes. Entre mai et octobre 2021, une petite équipe motivée étudie les ateliers collaboratifs ludiques déployés par la Fresque du climat, 2 tonnes, Ma Terre en 180 minutes, etc. Elle s'intéresse également aux fiches du Kit 1point5 sur la taxe carbone, les quotas, la monnaie et la compensation carbone. À l'occasion d'une assemblée générale du laboratoire, elle met en place des ateliers participatifs afin d'identifier les avantages et les freins de ces dispositifs, et les leviers pour les lever. L'équipe commence à travailler sur des scénarios de réduction des émissions GES à l'échéance de 2030. « Il fallait fixer un objectif, le chiffrer, établir le plan d'actions, en invitant les gens à participer à la réflexion. Mais fabriquer des scénarios, c'est-à-dire se projeter dans l'avenir, dans un monde différent, est assez compliqué. »

L'apport du collectif Labos 1point5

En 2019, Sophie Schbath découvre le collectif Labos 1point5, qui réunit à l'échelle nationale des scientifiques du monde académique, toutes disciplines confondues, autour d'un objectif commun : mieux comprendre et réduire l'impact des activités de recherche sur l'environnement, en particulier le climat. L'initiative séduit la directrice d'alors, qui souhaite réaliser le bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) du laboratoire. Elle profite du confinement au printemps 2020 et de la bascule en télétravail pour se libérer du temps et appliquer la méthodologie tout juste mise au point par Labos 1point5. Elle récupère les données nécessaires et sort un premier bilan GES pour l'année 2019. Quatre postes d'émissions se distinguent : déplacements domicile-travail, déplacements professionnels, consommations de gaz et équipements informatiques. « La première place est occupée par les déplacements domicile-travail (32 % des émissions). »

Décrypter l'histoire et le patrimoine

Regards croisés

Le patrimoine, gardien des mémoires, cache toujours un récit à déchiffrer. Comment cet objet, à la croisée des mondes du passé, du présent et du futur, est-il étudié ? Tour d'horizon des approches de chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay.

Mots-clefs

Patrimoine
—
Jeux de données
—
Monuments

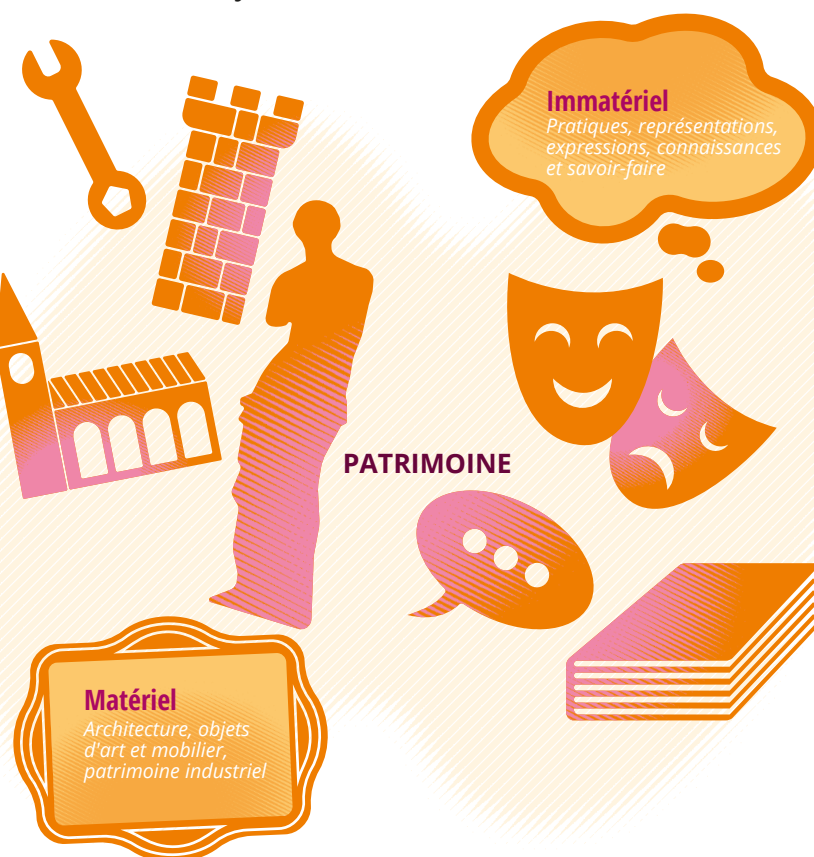
Le patrimoine, terme souvent associé à un héritage historique, revêt une importance considérable dans la société. Matériel ou immatériel, de valeur culturelle, historique, esthétique ou sociale, le patrimoine englobe des monuments, des objets, des traditions et des pratiques qui témoignent du passé et contribuent à la fabrication d'une identité collective. Cependant, l'étude et la préservation du patrimoine sont confrontées à des défis complexes, nécessitant une approche multidimensionnelle et, parfois, nouvelle. Quelles sont ces approches ? Quel rôle joue la communauté scientifique dans la préservation du patrimoine ?

Défis éthiques des humanités numériques dans la recherche

Le numérique, par la formation de jeux de données, de simulations et d'analyses pointues, est au cœur des activités de recherche historique. Giovanni Pietro Vitali, maître de conférences au laboratoire Dynamiques patrimoniales et culturelles (DYPAC – Univ. Paris-Saclay, UVSQ), utilise par exemple différents langages de programmation tels que R, Python et JavaScript pour conduire des analyses de textes et d'archives diverses. Son projet *Last letters from the world wars* se focalise notamment sur l'analyse linguistique et thématique des dernières lettres de personnes condamnées à mort pendant les guerres mondiales. En utilisant des outils numériques, il examine des corpus de lettres collectées dans des archives italiennes, identifiant ainsi des éléments significatifs dans ces correspondances.

De son côté, Paolo Vannucci, professeur au Laboratoire de mathématiques de Versailles (LMV – Univ. Paris-Saclay, UVSQ, CNRS), se penche lui sur l'étude des grandes structures monumentales, en particulier les cathédrales gothiques comme Notre-Dame de Paris. Il cherche à comprendre l'impact des actions extrêmes sur ces monuments et étudie la pensée structurelle des constructeurs anciens. Grâce à des simulations et à l'archéologie numérique, il étudie les arcs-boutants, la résistance au vent et l'action climatique sur les cathédrales.

Les humanités numériques, discipline qui utilise les technologies numériques et l'informatique pour étudier les savoirs en sciences humaines et sociales, suscitent des interrogations en raison de l'utilisation de données et d'algorithmes. Elles peuvent par exemple être influencées par les données dites d'entraînement utilisées



pour les développer. Si ces données sont biaisées, les résultats produits par les algorithmes le seront également. Les biais culturels ou linguistiques sont également un sujet d'inquiétude, par exemple lorsque des algorithmes de traduction automatique favorisent certaines langues ou régions, ou perpétuent des stéréotypes culturels. La protection de la vie privée est une autre préoccupation majeure, car ces technologies impliquent souvent la collecte, le stockage et l'analyse de vastes quantités de données personnelles, soulevant ainsi des inquiétudes quant à la confidentialité et à la protection de la vie privée des individus.

Cependant, Giovanni Pietro Vitali souligne que les mécanismes de transparence et de responsabilité offerts par la science ouverte atténuent les biais et les erreurs produites lors de l'utilisation d'applications propriétaires ne garantissant pas la supervision totale des processus internes des calculs informatiques, et garantissent des résultats profitant à l'ensemble de la société. Le chercheur pose toujours la question de l'intégration des technologies de science ouverte selon les principes FAIR, visant à promouvoir l'accès ouvert,

la réutilisabilité et l'interopérabilité des données scientifiques. L'acronyme FAIR correspond au fait que les données doivent être *Findable* (Trouvable) - *Accessible* (Accessibles) - *Interoperable* (Interopérables) - *Reusable* (Réutilisables). « Je ne travaille que sur des langages de programmation tels que R pour garantir une autonomie totale de mon produit », ajoute le chercheur.

Par ailleurs, ce dernier est très actif sur GitHub, une plateforme de développement collaborative basée sur le *cloud*, utilisée pour héberger, gérer et partager des projets de code source. Il y partage tous ses projets, ses dépôts et même des tutoriels. Dans son étude intitulée *A theatre of places: mapping 17th French Theatre*, le chercheur effectue une cartographie des textes pour étudier les lieux mentionnés dans la littérature du théâtre français du XVII^e siècle. Cette technique de cartographie textuelle permet non seulement de tirer des conclusions sur les influences littéraires et la force du genre au cours de ce siècle, mais elle est également facilement reproductible et entièrement *open source* : l'intégralité des sources sont transparentes et accessibles à tous et toutes.

Les vocabulaires du patrimoine : une question interdisciplinaire

Marie Cornu, spécialiste du droit de la culture et du droit du patrimoine à l'Institut des sciences sociales du politique (ISP – Univ. Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS, Univ. Paris-Nanterre), met l'accent sur l'importance du langage et sur la dimension normative en lien avec d'autres disciplines dans ses recherches juridiques. Elle a co-dirigé le *Dictionnaire de droit comparé du patrimoine culturel* en 2012 qui aborde sous une perspective comparative la question des vocabulaires du patrimoine dans dix pays d'Europe et le *Dictionnaire des biens communs* paru en 2017 et réédité en 2021, projet qui a rassemblé plusieurs spécialistes de disciplines différentes autour des notions de communs et de biens communs (économistes, juristes, politistes, sociologues, etc.). Depuis plusieurs années, elle collabore avec des chercheurs et chercheuses en sciences du patrimoine pour développer un *Dictionnaire interdisciplinaire du patrimoine*. Ce projet vise à aller au-delà d'une simple description des notions et à adopter une approche réflexive autour de la notion de patrimoine.

Marie Cornu et son équipe ont également étudié la genèse des textes qui structurent le champ normatif du patrimoine. Le projet Mémoloi se concentre par exemple sur l'exploration et la compréhension des origines des lois en relation avec le Comité d'histoire du ministère de la Culture. Les chercheurs et chercheuses s'intéressent également à la manière dont le droit interagit avec le temps et à son application pratique : *« nous nous sommes intéressés au droit en action, en prenant en compte la façon dont il est réapproprié par les acteurs concernés »*, explique Marie Cornu. Cette dimension, cruciale pour comprendre les systèmes juridiques, est également un axe de recherche clé au sein de l'ISP.

« Nous nous sommes intéressés au droit en action, en prenant en compte la façon dont il est réapproprié par les acteurs concernés. »

– Marie Cornu

La recherche sur le patrimoine transformée par les avancées numériques

Grâce à l'utilisation de simulations et de techniques de modélisation avancées, les chercheurs et chercheuses examinent désormais les constructions anciennes sous tous les angles, alors même que parfois, aucune trace écrite sur le sujet n'existe. Cette approche remet en question certaines hypothèses formulées dans la littérature.

Paolo Vannucci et son équipe ont utilisé la méthode des éléments finis pour évaluer la résistance structurelle de la cathédrale Notre-Dame de Paris, déterminant ainsi le seuil critique à partir duquel l'édifice devient vulnérable aux forces du vent. Les résultats sont frappants : avant l'incendie de 2019, la voûte aurait résisté à des rafales de vent atteignant 200 km/h. Désormais, le danger apparaît dès que les vents atteignent 90 km/h, exposant la cathédrale à un risque d'effondrement partiel. Cette diminution de 60% de la résistance au vent met en évidence l'urgence de prendre des mesures pour assurer la sécurité de cet emblème architectural.

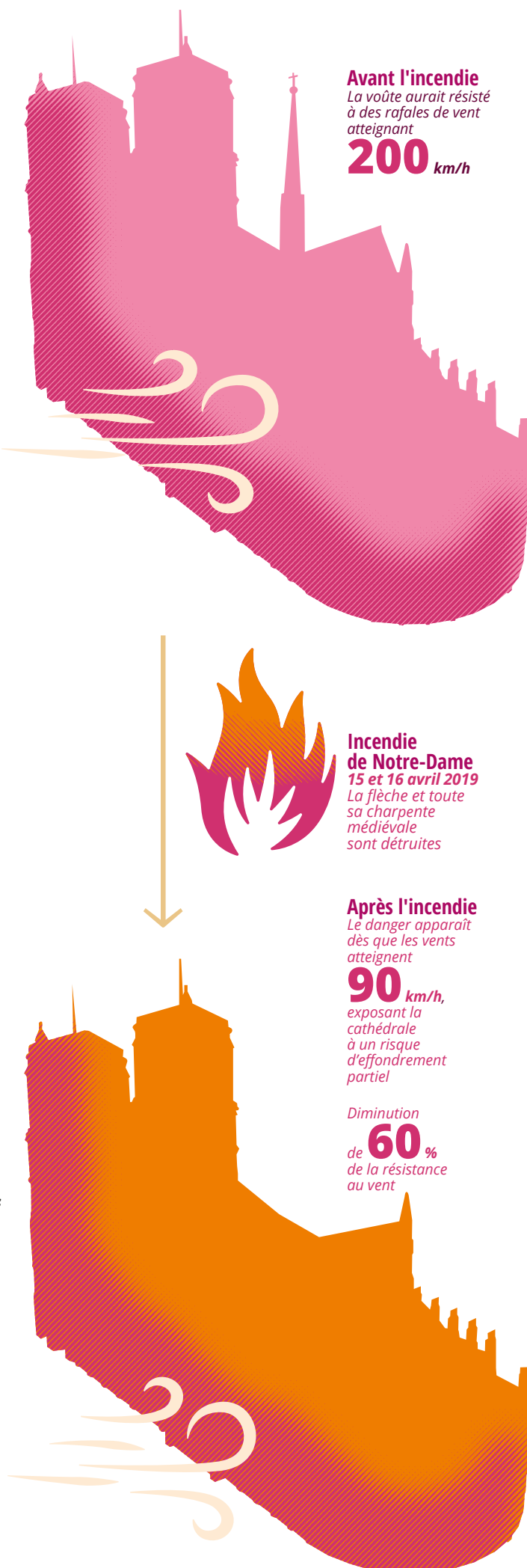
D'autres approches, telles que la méthode des éléments discrets, qui considère chaque particule individuellement, ou celle des volumes finis, divisant la structure en petits volumes tridimensionnels, sont également utilisées pour simuler les mouvements granulaires et mesurer l'action du vent sur les monuments anciens. Enfin, la méthode de l'analyse limite vise à déterminer les charges maximales qu'une structure peut supporter avant de s'effondrer.

Ces avancées permettent une meilleure compréhension des forces qui façonnent les monuments anciens et contribuent à leur préservation. *« Les ingénieurs et ingénieures disposent d'une variété de méthodes et d'outils plus ou moins interchangeables, aux applications et niveaux d'exactitudes propres. La diversité des approches donne au corps ingénieur les outils pour trouver la solution adaptée à chaque défi »*, explique Paolo Vannucci.

Giovanni Pietro Vitali considère que son rôle ne se limite pas à l'écriture, mais s'étend au développement de toutes les innovations technologiques susceptibles d'améliorer la recherche. *« Les avancées des humanités numériques offrent de nouvelles opportunités pour révolutionner les approches traditionnelles des sciences humaines et sociales »*, explique-t-il. Ces opportunités se traduisent notamment par l'analyse de vastes ensembles de données, à l'aide desquels les scientifiques identifient désormais des tendances, des modèles et des relations autrefois difficiles à discerner.

Le projet *Prismatic Jane Eyre*, dans lequel le chercheur est très actif, en est un exemple probant. Cette étude vise à décortiquer les transformations et variations linguistiques qui émergent lors des traductions du célèbre roman de Charlotte Brontë, *Jane Eyre*. En recensant pas moins de 618 traductions dans 68 langues différentes, les

ÉVOLUTION DE LA RÉSISTANCE STRUCTURELLE DE LA CATHÉDRALE NOTRE-DAME DE PARIS



scientifiques du projet ont créé des cartes interactives pour mettre en lumière la prolifération mondiale de ce chef-d'œuvre et pour en saisir la compréhension à travers divers contextes. « *Ce roman anglais du XIX^e siècle, en avance sur son temps en termes de portée féministe, revêt un intérêt particulier sur le plan littéraire. Notre objectif est d'analyser la réception de cette œuvre dans divers pays et d'étudier les interactions suscitées au sein de différentes cultures. Dans ce projet, nous nous penchons sur les éditions les plus répandues et constatons que les réactions les plus intéressantes proviennent des mondes arabophones et chinois. Nous examinons comment ce roman anglais a été reçu dans ces deux cultures qui ont connu des changements significatifs à l'époque. Nous analysons notamment l'évolution des couvertures de livres dans le temps et l'espace* », explique le chercheur.

L'étude de monuments historiques nécessite fréquemment de réunir des corps de recherche issus de différentes disciplines, comme des expertes et experts en histoire, en mécanique, en mathématiques... Ce qui peut constituer un défi, confie Paolo Vannucci : « *Par exemple, lorsqu'on aborde la mécanique de la rupture dans l'analyse des monuments et leur état ultime, on peut se retrouver à discuter avec un collègue expert en mécanique de la rupture qui envisage des problèmes à l'échelle du millimètre. Cependant, les problèmes rencontrés sur les cathédrales ont des dimensions qui se comptent en mètres, ce qui les rend totalement différents.* »

De plus, le chercheur souligne qu'en France, les sujets liés au patrimoine historique sont fréquemment évoqués, mais leur développement reste encore limité. L'étude des patrimoines historiques est confrontée à des contraintes budgétaires considérables, entraînant souvent un manque de financement pour les activités de préservation, de recherche et de restauration. Des problèmes de coordination entre les différentes entités et les acteurs impliqués dans la préservation et la gestion du patrimoine historique apparaissent également.

Des chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay, telles que Marie Cornu, jouent un rôle actif dans le développement d'une communauté interdisciplinaire en sciences du patrimoine. Celle-ci rassemble des spécialistes de domaines tels que l'histoire, l'histoire de l'art, la sociologie, le droit et les sciences expérimentales. Cette collaboration se concrétise par la mise en place du séminaire Nomade, ayant pour objectif d'explorer les modes de conceptualisation dans ce champ du patrimoine à partir de thématiques telles que l'authenticité ou encore les notions d'origine, de trace, de provenance ou de trajectoire.

« *C'est une expérience qui a consolidé la communauté des sciences du patrimoine autour d'une réflexion commune* », ajoute Marie Cornu. La communauté a approfondi ces questionnements à partir de plusieurs terrains, notamment le patrimoine scientifique et technique, l'archéologie, l'architecture, la musicologie, la muséologie, les actions de conservation et de restauration, etc.

Une école d'été organisée par l'Université Louis-et-Maximilien de Munich et l'ISP, en lien étroit avec la Graduate school Humanités – Sciences du patrimoine (GS HSP), l'Objet interdisciplinaire Palabre et l'Université franco-allemande s'est en outre tenue en septembre 2023 à Bibracte, cité gauloise du I^{er} siècle avant J.-C. aujourd'hui conservée comme site archéologique au cœur de la Bourgogne-Franche-Comté. Des ateliers, des conférences et des séminaires ayant notamment pour thématiques l'origine, le trafic illicite ou les collections d'objets archéologiques ont rythmé cette école d'été.

À l'image de cette collaboration internationale, le projet franco-letton Osmose, mené entre 2014 et 2018, a visé à explorer la diversité des systèmes normatifs liés au patrimoine culturel immatériel et à examiner les liens entre les différentes branches du droit. Copilote du projet au sein de l'ISP, en partenariat avec l'Académie de la culture de Lettonie, Marie Cornu précise : « *Le domaine du droit du patrimoine est souvent réservé aux États ou aux régions, il relève généralement de la souveraineté nationale. Mais il se construit et se définit sur des modes divers. Il est donc intéressant de comparer la reconnaissance juridique du patrimoine et la manière dont ce domaine du droit est mis en œuvre. Pour cela, nous avons constitué un réseau international de chercheurs et chercheuses actives.* »

Prosopographie, Constantin et Byzance

Vincent Puech, historien spécialiste du monde byzantin et de l'Antiquité romaine et directeur de l'Institut d'études culturelles et internationales (IECI - UVSQ) utilise l'approche prosopographique pour étudier les personnages historiques. Cette méthode consiste à dresser des fiches thématiques au sujet d'individus spécifiques afin de comprendre les dynamiques sociales, politiques et culturelles de l'époque. Sa recherche s'inscrit dans le courant de l'histoire sociale et politique, mettant en avant les réseaux familiaux, les origines géographiques et les questions religieuses. Son premier livre, *Constantin. Le premier empereur chrétien* (2011), illustre cette approche thématique et son intérêt pour le monde byzantin et l'Antiquité romaine tardive (IV^e-VI^e siècle). Il a notamment découvert que les statues antiques importées par l'empereur romain pour décorer Constantinople, capitale de son empire bâtie en lieu et place de Byzance, suivent une logique précise.

On trouve ainsi des objets rendant hommage aux anciens cultes de Byzance et de ses habitants, malgré la conversion au christianisme de Constantin. Cette découverte l'a amené à approfondir la question du patrimoine antique dans le monde byzantin.

Vincent Puech, par le biais de son approche de l'histoire sociale, ouvre également une voie méthodologique vers d'autres disciplines. L'historien explique que cette approche est une forme d'histoire étroitement liée à la sociologie, en se concentrant sur l'étude des groupes sociaux et en accordant une importance particulière à leur dimension quantitative. « *Bien qu'il soit complexe d'effectuer une étude quantitative sur ces périodes, la prosopographie permet néanmoins de regrouper les individus en séries. Si l'on constate ensuite que des phénomènes se répètent, cela nous apporte des enseignements. De plus, il y a un aspect qualitatif qui aborde une autre branche de la sociologie, axée davantage sur l'individu et visant à comprendre le comportement individuel de manière plus approfondie, sans concevoir les individus de manière déterministe* », ajoute-t-il.

Les monuments, objets et civilisations nés il y a plusieurs centaines voire milliers d'années sont des sujets d'études fascinants, qui nécessitent aujourd'hui de nouveaux moyens et un développement accru des collaborations pour en finir avec le cloisonnement de la recherche.

Références

V. Puech. « Les statues des bains de Zeuxippe à Constantinople : collection et patrimoine dans l'Antiquité tardive ». *Anabases*. 2016.

P. Vannucci et al. "A study on the structural functioning of the ancient charpente of Notre-Dame, with a historical perspective". *Journal of cultural heritage*. 2021.

<https://github.com/digitalkoine>

Marie Cornu et al. - Carnet Hypothèses « Droit, patrimoine et culture » : <https://dpc.hypotheses.org/>

« *Il y a un aspect qualitatif qui aborde une autre branche de la sociologie, axée davantage sur l'individu et visant à comprendre le comportement individuel de manière plus approfondie, sans concevoir les individus de manière déterministe.* » – Vincent Puech

La 5G et les réseaux du futur

Des projets nationaux et européens centrés sur la 5G et les réseaux du futur

Nombreux sont les projets de recherche ayant pour objet l'amélioration de la 5G et le développement des futurs réseaux de télécommunications dont la 6G est le fer de lance. Parmi eux figure notamment le Programme et équipements prioritaires de recherche (PEPR) 5G, dans lequel plusieurs laboratoires de l'Université Paris-Saclay sont impliqués.

Mots-clefs

5G
—
6G
—
Réseaux de télécommunication

S'inscrivant dans le cadre du plan d'investissement France 2030, le PEPR 5G et futures technologies de réseaux de télécommunications est un PEPR de stratégie nationale d'accélération centré sur le développement de technologies avancées pour la 5G et les réseaux du futur. Piloté par le CEA, le CNRS et l'Institut Mines-Télécom (IMT), il doit faciliter la levée des défis technologiques empêchant aujourd'hui la 5G d'atteindre tout son potentiel, et d'anticiper à moyen et long terme les technologies et architectures des futurs réseaux de télécommunications. Ces futurs réseaux à haute performance reposeront sur des dispositifs intelligents capables de coopérer, de prendre des décisions de manière distribuée et de se reconfigurer dynamiquement en réagissant à l'environnement.

Outre le développement de technologies, le PEPR 5G et réseaux du futur se concentre sur les outils mathématiques et méthodologiques nécessaires à l'analyse, à la modélisation et à l'optimisation de ces

technologies. Il réunit une cinquantaine de laboratoires nationaux des télécommunications, de la théorie de l'information et de la communication, du traitement du signal (couche physique), des statistiques, du machine learning, de l'électromagnétisme, des technologies matérielles (numériques, analogiques et radiofréquences) ... Il comporte neuf projets ciblés sur les architectures des réseaux, le débit des données dans la bande millimétrique, les dispositifs assurant des liaisons à haut-débit dans la bande sous-téraherz, l'Internet des objets, la sécurité... et un dixième sur les plateformes.

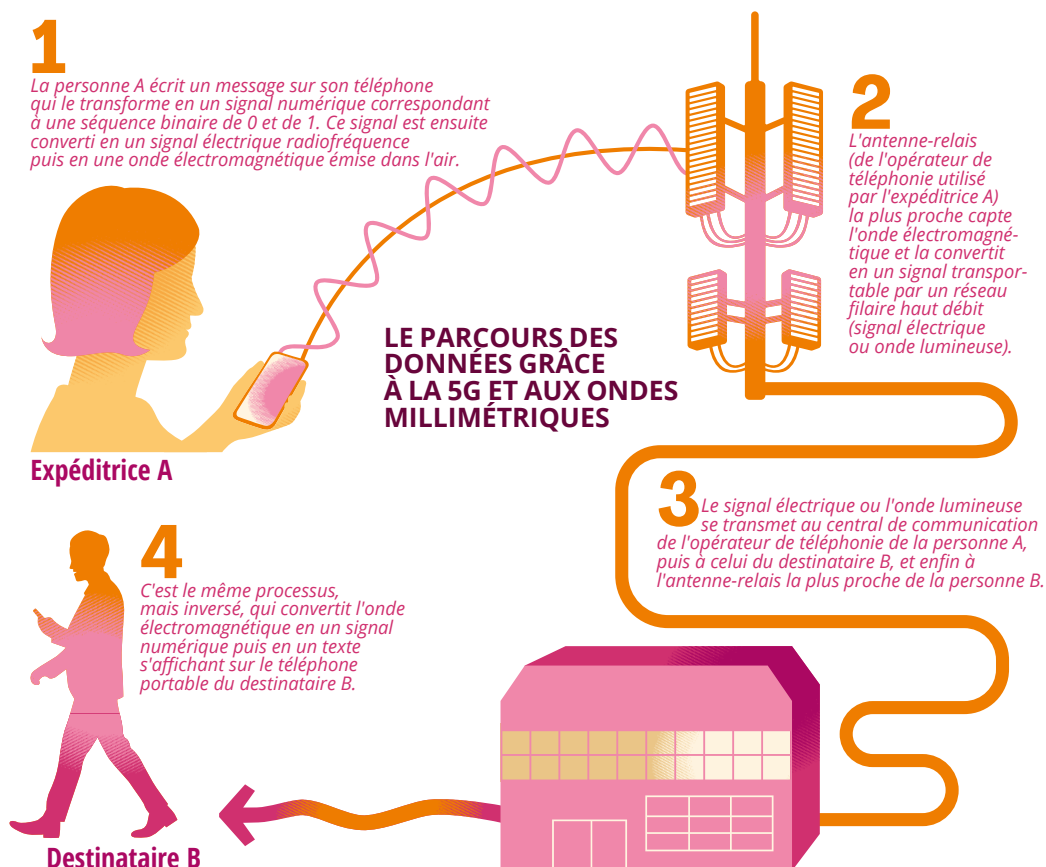
Au sein de l'Université Paris-Saclay, ce sont le Laboratoire d'intégration des systèmes et des technologies (List - Univ. Paris-Saclay, CEA), l'équipe TriBE (Internet beyond the usual) du Centre Inria de Saclay et le Laboratoire des signaux et systèmes (L2S - Univ. Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec) qui sont particulièrement impliqués. « Au regard des applications envisagées - comme l'Internet des objets,

la réalité virtuelle ou les réseaux véhiculaires, qui nécessitent de transmettre beaucoup d'informations -, il est nécessaire d'utiliser de nouvelles formes d'ondes que celles sur lesquelles s'appuient les systèmes de modulation actuels. Pour augmenter drastiquement le débit, on souhaite utiliser des bandes de fréquence plus élevées, supérieures à 6 GHz - soit les ondes millimétriques de la 5G -, voire celles des sous-téraherz ou téraherz (THz) qui vont au-delà de 100 GHz », explique Marco Di Renzo, responsable de l'équipe IPHYCOM du L2S investie dans certains projets ciblés du PEPR.

Vouloir transmettre des données à l'aide de bandes de fréquences plus élevées soulève toutefois plusieurs problématiques. Travailler avec de telles fréquences implique en effet une consommation de puissance plus élevée. En outre, « à de telles fréquences, les signaux se propagent difficilement sur de très longues distances. Les ondes vont moins loin, complète Marco Di Renzo. Et si un obstacle est présent entre le système d'émission et celui de réception, les ondes ne sont pas toujours capables de le contourner et alors on ne reçoit pas le message. » Des systèmes de communication intégrant des aspects de détection et de localisation sont aussi à l'étude, afin de repérer la position d'un objet ou d'un utilisateur dans l'environnement. « Actuellement, dans les véhicules autonomes par exemple, les systèmes radars, qui servent aux voitures à comprendre où elles sont, et les systèmes de communication constituent deux modules hardware distincts. On souhaite désormais réunir ces deux systèmes dans un seul module optimisé », commente Marco Di Renzo.

La piste des surfaces reconfigurables intelligentes

Avec son équipe, le chercheur travaille sur la conception et l'optimisation des surfaces reconfigurables intelligentes (RIS). Trois projets ciblés du PEPR 5G se concentrent d'ailleurs sur elles. « Les RIS sont un métamatériau développé par l'être humain et qui présente des propriétés électromagnétiques et physiques hors normes, qu'on ne retrouve pas dans un matériau naturel », souligne Marco Di Renzo. Elles représentent une technologie prometteuse pour améliorer la couverture et l'efficacité spectrale des systèmes sans fil, et maîtriser l'environnement sans fil.



L'ÉVOLUTION DES RÉSEAUX MOBILES ET LEURS CARACTÉRISTIQUES

années 1990	début 2000	début 2010	2020	2030
2G, 2.5G, 2.75G Fréquences utilisées 900 et 1 800 MHz Débit 10 à 384 kbits/s Applications appels, SMS/MMS	3G, 3G+, H+ Fréquences utilisées 900, 1 800 et 2 100 MHz Débit 2 à 42 Mbits/s Applications appels, SMS/MMS, Internet mobile, réseaux sociaux, emails, streaming audio et vidéo	4G, 4G+ Fréquences utilisées 700, 800, 1 800, 2 100, 2 600 MHz Débit 100 à 500 Mbits/s Applications Internet mobile haut débit, échanges importants de données, e-commerce, etc.	5G Fréquences utilisées 3,5 GHz, 26 GHz (ondes millimétriques) Débit 100 Mbits/s à 1 Gbit/s Applications objets connectés, jeux en ligne, industrie 4.0, ville intelligente, médecine à distance...	6G Fréquences envisagées Au-delà de 100 GHz (non encore attribuées) Débit théorique 1 Tbit/s Applications expériences immersives, jumeau numérique, eHealth, robotique et systèmes autonomes...

« Par analogie avec un miroir réfléchissant la lumière de l'environnement dans lequel il est placé, une RIS placée sur un mur réfléchit les ondes environnantes, mais de façon contrôlée. Si un objet bloquant la transmission du signal est présent entre le système d'émission et celui de réception, et qu'un mur n'est pas loin, la RIS peut fonctionner comme un relais électromagnétique à faible complexité : on y envoie le signal qui se réfléchit ensuite vers le système de réception. »

« Les RIS sont un métamatériau développé par l'être humain et qui présente des propriétés électromagnétiques et physiques hors normes. » – Marco Di Renzo

Cette technologie comporte plusieurs avantages : elle ne nécessite pas d'amplificateur de puissance, est relativement simple à déployer, ne consomme pas d'énergie et ne requiert pas la création de nouvelles ondes électromagnétiques ni le déploiement de nouvelles stations de base. En utilisant les ondes électromagnétiques de manière intelligente, elle réduit aussi l'impact électromagnétique touchant les personnes.

Dans le cadre d'une collaboration avec une grande entreprise internationale, l'équipe de Marco Di Renzo a simulé le déploiement de tels systèmes dans des villes et montré qu'avec des ondes millimétriques, une surface de 70 cm x 70 cm améliore la couverture réseau de manière assez importante. Le nombre de RIS et la distance nécessaire entre chacune d'elles sont actuellement à l'étude. « Nous avons récemment montré qu'installer entre sept à huit RIS par station de base permet d'avoir une couverture en bande millimétrique presque parfaite. »

Outre les projets inclus dans le PEPR 5G, l'équipe de Marco Di Renzo est impliquée dans nombre d'autres projets centrés sur les RIS, tels que ARIADNE (Artificial Intelligence Aided D-band Network for 5G Long Term Evolution) ou RISE-6G auquel sont associés Orange et la SNCF. « ARIADNE propose l'utilisation des RIS pour des communications en bande sous-téraherz et des techniques de machine learning pour les optimiser », souligne Marco Di Renzo. Récemment, les partenaires de RISE-6G ont déployé cette technologie en gare de Rennes et confirmé qu'elle est utile pour améliorer la qualité des communications.

Une chaire 6G durable Dessiner les réseaux du futur

Orange, l'Université Paris-Saclay, le CNRS et CentraleSupélec se sont associés pour cinq ans au sein de la chaire de recherche 6G durable, portée par le Laboratoire des signaux et systèmes (L2S). Avec ce partenariat industriel, c'est la conception et la gestion de réseaux 6G sobres en énergie qui sont visées. Les travaux de recherche donneront un aperçu à moyen et à long terme de la façon dont seront faits les futurs réseaux 6G, et répondront à des problématiques de sobriété énergétique des réseaux. Ils s'appuieront sur le travail académique et l'expertise du L2S concernant les aspects mathématiques fondamentaux et appliqués de la théorie du contrôle, de la théorie de l'information et des communications.

Alors que la 5G, dont le déploiement est en cours, entend connecter entre eux les êtres humains et les objets, la vision de la 6G est toute autre puisqu'elle a pour but de connecter entre elles des entités intelligentes et autonomes. « On passe, dans le premier cas, d'un réseau transportant des données entre entités d'une façon fiable, à un réseau intelligent qui doit, dans le second cas, être adapté au comportement des entités intelligentes et à la diversité de leurs besoins », commente Salah Eddine El Ayoubi, chercheur au L2S et porteur de la chaire 6G durable. Pour autant, il est aujourd'hui indispensable, au regard de l'urgence climatique, d'intégrer la problématique de sobriété énergétique dans le développement de ces technologies.

Mieux concilier performances et impact énergétique

C'est la raison pour laquelle, « un des axes de travail visera à faire fonctionner le réseau avec une contrainte stricte en consommation d'énergie. Au lieu de chercher à atteindre des objectifs de performance et de débit avec un moindre coût énergétique, on va poursuivre un enjeu de faible consommation en énergie à laquelle on adaptera les performances du réseau », explique M. El Ayoubi. Il est aussi question de voir comment intégrer de façon native et le plus possible les énergies renouvelables dans les réseaux du futur, et comment réussir à adapter les réseaux à ce profil d'énergies variables.

S'il s'avérera probablement nécessaire de déployer de nouveaux équipements, il faudra toutefois veiller à réutiliser au mieux les infrastructures déjà utilisées pour la 5G et n'avoir recours à ces nouveaux équipements qu'en cas de nécessité. Il est alors important de prendre en compte en entier le cycle de vie des équipements lors du calcul de l'empreinte énergétique des futurs réseaux, de l'extraction des matériaux jusqu'à leur recyclage. « Dans le cadre de la chaire, on recréera ce cycle dans notre évaluation globale des réseaux, pour proposer une ingénierie plutôt qu'une autre. On va évaluer les technologies les plus efficaces, telles que le MIMO massif (pour

Multiple Input Multiple Output, désignant un déploiement massif d'antennes déjà présent dans la 5G) ou les surfaces réfléchissantes intelligentes (RIS), et les confronter à leur impact énergétique dans différents contextes, afin de les piloter stratégiquement. »

Se projeter dans une société plus durable

Un autre volet de la chaire concerne l'apport de la 6G pour l'industrie et la société. « Il ne s'agit pas ici uniquement de réduire l'impact carbone mais d'accompagner la société dans l'atteinte des objectifs de développement durable tels que fixés par les Nations Unies, notamment en termes d'accès à la santé, d'une industrie plus innovante et d'une ville plus durable. Un des axes de recherche concernera par exemple la robotique connectée, dans une optique de conception jointe des réseaux de communication et des algorithmes de commande des robots d'une usine, afin d'augmenter l'efficacité des processus industriels et de réduire leur impact environnemental. »

Un dernier volet portera sur la société du soin et la maintenance. « L'idée est de profiter de la 6G pour avoir une approche globale du soin, qui allie santé connectée (un concept déjà populaire) et maintenance prédictive, où on s'assure que les infrastructures, notamment celles liées à l'énergie, l'eau, le transport, etc., se portent bien et ont une durée de vie prolongée. En exploitant la collecte et le traitement de données par le biais de capteurs déployés intelligemment, la 6G permettrait de détecter des signaux faibles et de prédire d'éventuelles pannes. »

La chaire 6G durable s'appuiera sur des thèses académiques dont les résultats seront publiés sous la bannière de la science ouverte. Des travaux plus appliqués sont par ailleurs aussi prévus dans le cadre d'une collaboration industrielle avec Orange, notamment des thèses CIFRE portant sur la gestion et l'optimisation du réseau 5G et au-delà, et donneront potentiellement lieu à des dépôts de brevets.

Environnement, animaux, humains

L'affaire d'une seule santé

À l'Université Paris-Saclay, la santé est en avance sur le futur, avec des thèmes de recherche aussi variés que la sauvegarde des pollinisateurs ou la gestion des données grâce à l'intelligence artificielle. Les êtres humains ne vivent pas dans un bocal. L'environnement dans lequel ils sont plongés regorge de dangers (ces derniers étant souvent issus de l'activité humaine) : pollution de l'air et des eaux, pandémies mondiales à répétition, exposition à des carcinogènes et longues canicules estivales sont autant de causes de mortalité.

Mots-clefs

Santé globale
—
Données de santé
—
Médecine du futur

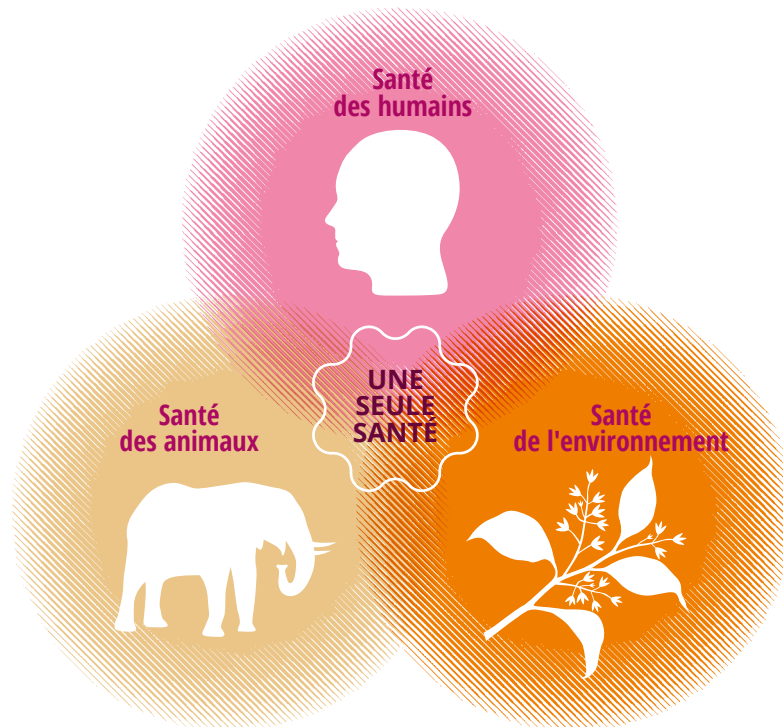
Le constat d'un environnement plein de dangers pour l'être humain implique de repenser la médecine via la nouvelle approche « *une seule santé* », issue du concept anglophone One Health, afin d'étudier et de préserver simultanément les santés humaine, animale, végétale, des écosystèmes et de la biodiversité. Les scientifiques promeuvent des actions d'urgence pour garder un monde viable, parmi lesquelles figurent la lutte contre le changement climatique, la détection des zoonoses, ces maladies portées par des animaux comme les moustiques et transmises aux êtres humains, ou encore la prise en compte des aspects socio-économiques tels que le coût des médicaments.

Des abeilles sous pression

L'approche « *une seule santé* » nécessite également de sauvegarder la biodiversité, notamment celle des pollinisateurs, ces animaux qui transportent les grains de pollen d'une fleur à l'autre et participent à la reproduction sexuée de nombreuses espèces végétales. Or, depuis une vingtaine d'années, le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles décime les ruches du monde entier. « *La mortalité des abeilles atteint un niveau préoccupant et généralisé* », souligne Fabrice Requier, chargé de recherche en agroécologie au laboratoire Évolution, génome, comportement, écologie (EGCE – Univ. Paris-Saclay, CNRS, IRD). Pesticides, néonicotinoïdes, disparition des espaces naturels de butinage, ravageurs invasifs... les causes de cet effondrement sont multiples. « *C'est un effet cocktail dévastateur pour les pollinisateurs, en particulier pour les abeilles domestiques que nous avons sélectionnées au cours des millénaires pour leur productivité et leur non-agressivité, au détriment de leur résilience.* »

« C'est un effet cocktail dévastateur pour les pollinisateurs, en particulier pour les abeilles domestiques que nous avons sélectionnées au cours des millénaires pour leur productivité et leur non-agressivité, au détriment de leur résilience. »

– Fabrice Requier



L'écologue a consacré le début de sa carrière aux abeilles de l'espèce *Apis mellifera*, les abeilles domestiques à miel, qu'il a étudiées sous toutes les coutures.

« *Nous avons par exemple développé un test en plein champ, aujourd'hui utilisé pour l'homologation des pesticides. On offre aux abeilles butineuses un mélange de sucre et de pesticide. En cas de non-nocivité, elles parviennent à regagner leur ruche sans problème, sinon c'est la preuve qu'elles ont été intoxiquées.* » Il inspecte également l'influence de parasites, de pathogènes et de virus sur la santé des abeilles. Le plus étudié, le varroa, est un acarien parasite vecteur de virus qui s'infiltre dans la ruche et provoque une mortalité prématurée. Le frelon asiatique est lui aussi redoutable : « *Arrivé en 2004 en France, il attaque les abeilles à la sortie de la ruche, les incitant à se réfugier*

à l'intérieur pendant des jours, au détriment du stockage de nourriture pour l'hiver », constate le chercheur.

Plus inquiétant encore, la mortalité des abeilles domestiques n'est que l'arbre qui cache la forêt. Les pressions environnementales mettent également en péril les 20 000 autres espèces d'abeilles, domestiquées comme sauvages, ainsi que les 300 000 espèces animales pollinisatrices. Ne pas s'en préoccuper serait une grave erreur, d'après Fabrice Requier : « *La pollinisation est un service écosystémique, c'est-à-dire un bénéfice offert par la nature. Si le vent pollinise certaines denrées de base, comme le riz ou le blé, d'autres cultures, telles que le cacao, ont une dépendance totale envers les pollinisateurs.* »

De nombreuses cultures, comme la pomme, la tomate, l'avocat et les oléagineux – les plantes dont il est possible d'extraire de l'huile – recourent également, de façon plus modérée, aux pollinisateurs. « *Mais cela ne signifie pas pour autant qu'elles peuvent s'en passer* », précise l'écologue. Ainsi, les fraises pollinisées uniquement par le vent sont plus petites et de forme irrégulière. « *On estime que dans un monde sans insecte, le rendement de ces plantes diminuerait de moitié, et la qualité nutritionnelle des fruits serait moins bonne.* »

« Si le déclin s'accroît, des vitamines et minéraux essentiels risquent de disparaître du régime alimentaire de nombreuses personnes. » Le chercheur et son équipe redoutent l'apparition de carences en fer ou en vitamine A dans les pays en développement, où la diversité alimentaire est déjà fragile. « Nous pourrions être témoins d'une augmentation de la malnutrition et des maladies concernant près de 71 millions de personnes », alerte le chercheur.

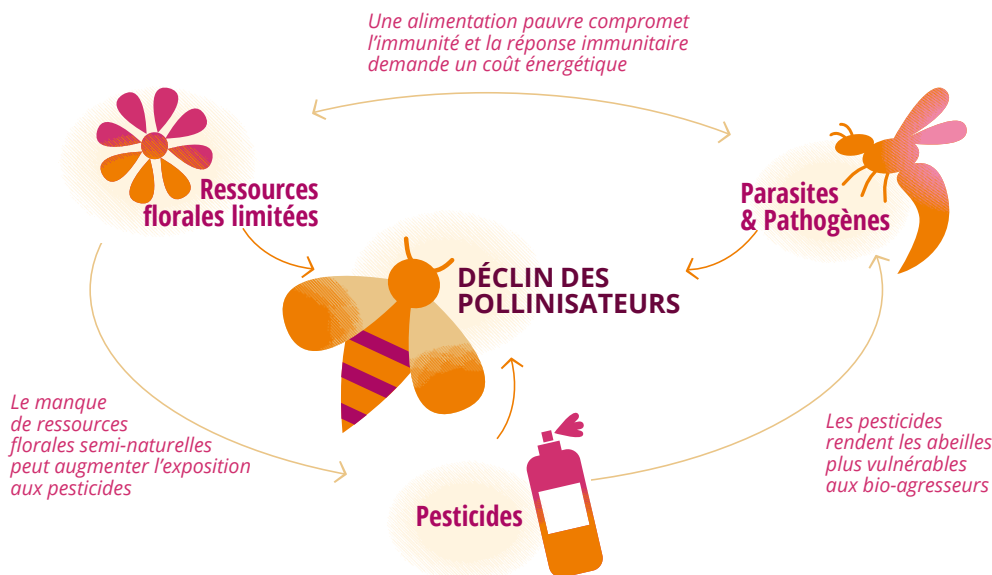
Au Kenya, où Fabrice Requier s'apprête à collaborer avec une université locale, on trouve par endroit d'immenses monocultures d'avocat. « Les agriculteurs et agricultrices y utilisent de fortes doses d'insecticides, créant de véritables déserts de biodiversité, sans aucun pollinisateur », se désole le chercheur. Afin de laisser un peu de répit aux abeilles, il faudrait au contraire modérer partout l'usage des pesticides et multiplier les haies et les bandes enherbées, qui servent de refuges aux pollinisateurs sauvages. On sauvegarderait ainsi le chocolat, la qualité nutritionnelle des fruits et la santé mondiale.

Comment analyser les données de santé ?

La recherche en médecine brasse d'énormes quantités de données, un volume nécessaire pour que les analyses statistiques soient robustes. Se pose alors le défi de l'analyse pertinente de l'information. Pour y répondre, les partisans et partisans de l'approche « une seule santé » parient sur la pluridisciplinarité.

Lors de la pandémie de Covid-19, la mise en commun des observations par les hôpitaux et les laboratoires a conduit à l'obtention de données fiables pour le suivi de l'épidémie et l'orientation des politiques publiques. Afin de réitérer de tels exploits dans d'autres domaines de la santé, Bertrand Thirion, directeur de recherche de l'équipe-projet Inria-CEA Modèles et interférence pour les données de neuroimagerie (MIND), appelle à la collaboration entre disciplines : « Pour développer une santé soutenable, il faut être proactif et faire appel aux spécialistes capables de gérer, d'organiser et d'analyser les données, notamment grâce à l'intelligence artificielle (IA). »

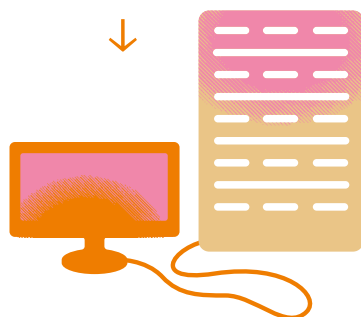
Après avoir contribué à l'élaboration de l'outil généraliste Scikit-Learn pour l'apprentissage automatique (*machine learning*), le chercheur aiguille désormais ses recherches sur les neurosciences. Son équipe traite de larges jeux de données grâce à l'intelligence artificielle prédictive. « Nous créons des modèles capables de poser un diagnostic à partir de données complexes, comme des examens d'imagerie par résonance magnétique (IRM). Certains modèles peuvent prédire votre âge grâce à un simple cliché de votre cerveau. D'autres diagnostiquent des cancers en analysant des images d'organes. » L'équipe-projet MIND tient à rendre le processus transparent : « Pour faire preuve de rigueur, nous devons construire des algorithmes capables d'accompagner leur réponse d'un intervalle de confiance et de pointer la zone de l'image sur laquelle ils basent leur diagnostic », argumente le chercheur.



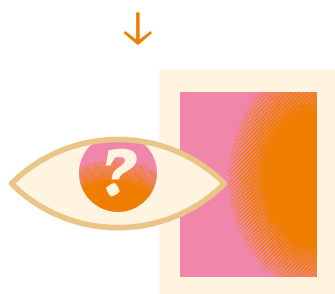
DES DONNÉES ANALYSÉES PAR DES IA POUR FACILITER LE DIAGNOSTIC MÉDICAL



De larges jeux de données médicales sont collectés et mis en commun par les hôpitaux



Les données sont analysées par des IA prédictives



Les IA produisent une aide au diagnostic pour les médecins

Créer des athlètes complets

Bertrand Thirion insiste également sur l'importance du dialogue avec les personnels de santé pour déceler les besoins réels : « Les prédictions que nous faisons ne sont pertinentes que si elles sont utiles aux médecins pour améliorer leurs soins. » En revanche, le chercheur rappelle le recul nécessaire face aux nombreuses promesses augurées par l'utilisation de l'IA. « La tendance actuelle est de créer des modèles ayant presque toujours raison lors de la phase de test. » Pendant cette phase, les scientifiques des données calculent un score de prédiction en mettant le modèle à l'épreuve sur l'un des rares grands jeux de données disponibles pour la recherche. « Or, en ne se servant que de quelques jeux de données pour l'entraînement et l'évaluation, le risque est de créer des algorithmes sur-spécialisés, dont les performances ne sont pas garanties face à des données réelles, surtout si celles-ci sont des données hospitalières imprécises, parfois lacunaires. » Ainsi, un nageur ou une nageuse olympique consacrant tous ses entraînements à faire des longueurs de piscine finira bon dernier s'il ou elle doit participer à une épreuve de saut à la perche. L'enjeu est plutôt de créer des athlètes polyvalents, performants dans une grande variété de contextes. « Les données de recherche doivent être rendues libres et publiques pour créer davantage de bases de données et faciliter notre travail », conclut le chercheur.

Afin de prédire les défis de la santé globale du XXI^e siècle, pollinisateurs, biodiversité, agriculture, pollution, changement climatique, et tant d'autres paramètres doivent encore être pris en compte. Il ne faudra bientôt plus réclamer à son médecin un simple bilan de santé, mais lui demander comment se portent les abeilles et les intelligences artificielles des environs.

Références

- Requier F., et al., Bee and non-bee pollinator importance for local food security, *Trends in Ecology & Evolution*, Volume 38, Issue 2 (2023)
- Mandonnet E., Thirion B., Tackling the Complexity of Lesion-Symptoms Mapping: How to Bridge the Gap Between Data Scientists and Clinicians? *Machine Learning in Clinical Neuroscience, Acta Neurochirurgica Supplement*, vol 134 (2022)

Nouveaux IHU et biocluster à l'Université Paris-Saclay

Les rampes de lancement de la médecine du futur

En première ligne pour s'attaquer aux défis sanitaires, l'Université Paris-Saclay est associée au plan France 2030 grâce au biocluster Genother porté par Généthon, ainsi qu'aux deux projets PRISM et PROMETHEUS, lauréats de l'appel Instituts hospitalo-universitaires (IHU) 3.

↓ Infos clefs

IHU
PROMETHEUS

Mission

Trouver de nouveaux traitements contre le sepsis. Cette maladie touche principalement :
· les moins de 1 an
· les plus de 75 ans

Financement

+ de 30 millions d'euros attribués au printemps 2023

Biocluster
Genother

Mission

Écosystème d'innovation dans la thérapie génique
+ de 6 000 maladies génétiques recensées dans le monde

Label

Projet labellisé "Biocluster" au printemps 2023

IHU
PRISM

Mission

Modéliser individuellement chaque cancer et ultra-personnaliser la prise en charge

Label

Projet labellisé "Institut hospitalo-universitaire" en 2023

Financement

+ de 30 millions d'euros attribués au printemps 2023

PROMETHEUS

La bonne réponse immunitaire

L'utilisation massive des antibiotiques chez l'être humain et l'animal provoque le développement chez les bactéries de nombreuses résistances, réduisant l'utilité de ces médicaments. De nombreux experts dépeignent la possibilité d'un futur où les antibiotiques seraient inefficaces.

De nombreuses maladies sont causées par des agents pathogènes. Parmi celles-ci, le sepsis est la forme la plus grave de toute infection, en particulier les septicémies. Touchant principalement les enfants de moins d'un an ou les personnes âgées de plus de 75 ans, cette perte de contrôle du système immunitaire provoque une inflammation disproportionnée pouvant causer le dysfonctionnement d'organes. Cette inflammation est suivie d'une période où le système immunitaire ne répond plus, appelée phase d'immunosuppression.

Se tourner vers le corps humain

Afin d'épauler le système immunitaire en déroute, le traitement du sepsis repose en partie sur l'administration immédiate d'antibiotiques à large spectre, capables d'annihiler la plupart des pathogènes. Mais face à la baisse d'efficacité des antibiotiques, il est urgent de trouver de nouveaux moyens de lutte. Benoît Favier, chercheur en immunologie au département Infectious diseases models for innovative therapies (IDMIT – Univ. Paris-Saclay, CEA), s'intéresse aux moyens de guider la réponse immunitaire. Il explique : « Le sepsis est plutôt dû à une réponse défaillante du corps humain qu'au pathogène en lui-même. Il faut développer des moyens d'action du côté des patients et des patientes. »

Le chercheur est spécialiste de l'immunité innée, un mécanisme de défense qui combat les menaces dès le premier contact avec l'organisme. Benoît Favier mène ses travaux sur des cellules immunitaires issues de la moelle osseuse : « Ces cellules possèdent un arsenal de molécules pro-inflammatoires qu'elles relarguent en cas d'infection. Nous cherchons des moyens de booster leur action chez les patientes et patients souffrant d'immunosuppression, ou au contraire de la diminuer si l'inflammation est devenue incontrôlée. » Pour comprendre les mécanismes moléculaires à l'œuvre, son équipe au sein du centre de recherche IDMIT reproduit le sepsis en laboratoire grâce à des outils de culture cellulaire, de modèles animaux et d'extraits sanguins et tissulaires de patientes et patients.

Le sepsis devient un enjeu national

Ses recherches ainsi que celles d'autres laboratoires experts du sepsis bénéficieront de la dotation nationale liée au label Institut hospitalo-universitaire (IHU) de plus de 30 millions d'euros attribuée au printemps 2023 au projet PROMETHEUS. En parallèle de l'axe de recherche sur les interactions entre hôte et pathogène, auquel participe Benoît Favier, d'autres équipes travailleront à l'élaboration de nouveaux tests de diagnostic et de médicaments. « La création de cet IHU encouragera une recherche translationnelle allant des travaux fondamentaux jusqu'au traitement hospitalier. Les scientifiques associés vont pouvoir développer des recherches de grande ampleur : cohorte de patientes et patients suivis pendant plusieurs mois, plateforme de tests rapides, jumeaux numériques d'organes et investigations sur le rôle du microbiote », augure le chercheur.

Référence

Abdallah F., [...], Lambotte O. and Favier B., Leukocyte Immunoglobulin-Like Receptors in Regulating the Immune Response in Infectious Diseases: A Window of Opportunity to Pathogen Persistence and a Sound Target in Therapeutics. *Front. Immunol.* 12:717998 (2021)

PRISM

Cancer virtuel pour traitement réel

Cancer du sein, du colon ou du pancréas... définir un cancer en fonction de l'organe qu'il touche est un concept dépassé. D'après Fabrice André, professeur à l'Université Paris-Saclay et directeur de la recherche de l'hôpital Gustave Roussy, « c'est une mauvaise définition car elle ne prend pas en compte la spécificité de chaque patient et patientes. Nous préférons étudier le mécanisme biologique à l'œuvre plutôt que l'origine du cancer. »

Né en 2011 de la volonté de modéliser individuellement chaque cancer, le projet PRISM réunit Gustave Roussy, Centrale-Supélec, l'Inserm, la fédération nationale des centres de lutte contre le cancer (Unicancer) et l'Université Paris-Saclay. Médecins, biologistes, mathématiciennes et mathématiciens y unissent leurs forces pour prédire au plus tôt l'agressivité du cancer et le meilleur traitement associé.

L'ultra-personnalisation de la prise en charge

Au sein de PRISM, chaque diagnostic suit un itinéraire rigoureux et balisé. Après le prélèvement de tissus tumoraux par biopsie, la première étape est la création d'un avatar biologique de la tumeur, ou organoïde. Cet amas de cellules cancéreuses du patient ou de la patiente, cultivé en laboratoire, est soumis à une batterie de tests pour évaluer le traitement qui a le plus d'impact *in vitro*. En parallèle, les

scientifiques collectent des données générales sur le patient ou la patiente : génome, microbiote, organisation spatiale de la tumeur et matériel cancéreux circulant dans le sang. Les biologistes passent ensuite le relais aux mathématiciennes et mathématiciens. Cette deuxième étape voit la création d'un avatar numérique grâce à des outils d'intelligence artificielle, de cinétique et de modélisation mathématique. Ce cancer virtuel prédit l'évolution de la maladie. Les conseils personnalisés fournis par les biologistes, les mathématiciennes et les mathématiciens retournent dans les plus brefs délais éclairer le diagnostic des médecins.

En avance sur son temps

Le consortium PRISM a obtenu en 2023 le label Institut hospitalo-universitaire (IHU), accompagné d'un financement de plus de 30 millions d'euros. Fabrice André salue cette avancée : « Notre approche s'inscrit dans le temps long du dialogue entre disciplines. Nous créons de nouveaux métiers, à cheval entre les mathématiques et la médecine. Le projet est désormais mature et notre approche novatrice va révolutionner le domaine. Ces fonds permettront de continuer notre investissement dans l'éducation et le recrutement de nouveaux talents, ainsi que l'achat d'équipements de pointe, tels que des serveurs et des espaces de calcul pour les sciences des données, et des machines d'analyse pour la biologie expérimentale. »

La valorisation des découvertes sera intégrée au sein du nouveau Paris-Saclay Cancer Cluster. Quatre start-ups ont déjà éclos, parmi lesquelles Orakl, qui crée des avatars de tumeurs, et Resilience, qui a développé une application mobile pour le télé-suivi des patientes et patients.

GenoTher

Le marché de la thérapie génique

Une maladie génétique a pour origine une ou plusieurs anomalies présentes sur un ou plusieurs chromosomes du patient ou de la patiente. Plus de 6 000 maladies génétiques ont à ce jour été identifiées dans le monde, et la recherche de traitement pour lutter contre ces pathologies bat son plein.

L'écosystème d'innovation GenoTher, regroupant notamment l'association Généthon, le Genopole, l'AP-HP, l'Inserm, et l'Université d'Evry, a obtenu au printemps 2023 le label « Biocluster » dans le cadre du plan Innovation santé 2030. Ce label catalyse l'élaboration et la mise sur le marché de nouvelles thérapies géniques, des traitements reposant sur l'introduction de matériel génétique dans l'organisme. Le pôle de recherche étudie plusieurs maladies rares, telles que l'amyotrophie spinale de type 1 pour laquelle un médicament issu des laboratoires du Généthon a reçu l'autorisation de mise sur le marché en 2019, ou la myopathie de Duchenne, sujet d'un essai clinique en cours.

Référence

Bayle, A., et al., Clinical utility of circulating tumor DNA sequencing with a large panel: a National Center for Precision Medicine (PRISM) study. *Annals of oncology : official journal of the European Society for Medical Oncology* vol. 34, 4 (2023): 389-396.

Rayonnements cosmiques de basse énergie

Entre mystères et applications

Issues d'événements extraordinaires tels que les supernovæ, les particules composant les rayonnements cosmiques parcourent l'Univers, et rencontrent ainsi le Système solaire et la Terre. Que sont ces particules, pouvant présenter de très hautes comme de très faibles énergies, et quelles sont les observations et les applications possibles à ces rayonnements cosmiques ?

Mots-clefs

Rayonnement cosmique

Supernova

Particules

Les rayonnements cosmiques définissent les flux de particules subatomiques et de noyaux atomiques circulant dans l'Univers. En grande majorité, ceux-ci sont composés de protons (environ 89 %) et de noyaux d'hélium (environ 9 %). C'est en 1909 que l'hypothèse de rayonnements cosmiques naît des observations préliminaires du physicien allemand Albert Gockel, hypothèse ensuite confirmée par Victor Hess trois ans plus tard. À bord d'une montgolfière, le physicien autrichien découvre que le niveau d'ionisation de l'atmosphère à 5 000 m d'altitude est trois fois supérieur à celui au niveau de la mer. Ses déductions sont, pour l'époque, vertigineuses : des rayonnements venus de l'espace entrent en collision avec la Terre. Voyageant à une vitesse proche de celle de la lumière, ces rayons pénètrent les différentes couches de l'atmosphère terrestre, qui en repoussent la plus grande partie. Aujourd'hui encore, la question de l'origine de ces rayonnements cosmiques qui parcourent l'Univers se pose au sein de la communauté scientifique. Autrement plus fascinant, de la détection et l'observation de ces particules découlent de multiples applications, dont nombre de chercheurs et chercheuses, à l'Université Paris-Saclay et ailleurs, se sont emparés.

Rayons cosmiques ou particules cosmiques ?

« Rayonnement cosmique, c'est en fait un terme impropre, explique en premier lieu Vincent Tatischeff, directeur de recherche au Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay, Univ. Paris Cité, CNRS). Les rayons ou le rayonnement cosmique sont des terminologies historiques, que l'on a longtemps employé - et que l'on continue, à tort, d'employer aujourd'hui - avant d'utiliser le terme de flux de particules cosmiques, correspondant mieux à ce que l'on observe. Ces particules cosmiques représentent un constituant non négligeable de la galaxie au sens où la densité d'énergie de ces particules, leur quantité d'énergie calculée par unité de volume, est assez comparable à la quantité d'énergie thermique du gaz, des photons ou du champ magnétique de la Voie Lactée. Cet équilibre est dû aux échanges d'énergie entre les photons, les particules cosmiques et les autres constituants du milieu interstellaire. »

Quid alors de la composition de ces particules cosmiques ? « Nous avons affaire à tout un spectre », affirme l'astrophysicien. Si les protons représentent environ 89 % de la population des particules cosmiques, de nombreux noyaux atomiques ont également été observés. « Des atomes d'hélium, qu'on appelle les particules alpha, représentent environ 9 % des particules cosmiques. On trouve également des noyaux plus lourds, comme du carbone, de l'azote ou de l'oxygène, constituant environ 1 % des particules cosmiques. Enfin, il y a typiquement 1 % d'électrons dans cette composition », précise Vincent Tatischeff.

LE RAYONNEMENT COSMIQUE

- (1) Arrivée d'un rayon cosmique
- (2) Apparition des premières gerbes au contact de l'atmosphère
- (3) Création de nouvelles particules (la plupart sont stoppées ou se désintègrent)
- (4) Certaines particules atteignent le sol

« Une véritable merveille de la nature »

« Ces particules, nous cherchons encore à comprendre d'où elles viennent, avance cependant le directeur de recherche. L'hypothèse actuelle de la communauté scientifique est que ces particules sont accélérées lors d'événements tels que les supernovæ. Il est possible qu'elles proviennent d'autres sources, mais il y a dans les ondes de chocs générées par ces événements un mécanisme d'accélération des particules, plus ou moins pressenti au XX^e siècle par Enrico Fermi. » Une fois accélérées, les particules cosmiques entrent en interactions avec les gaz et photons composant leur milieu ambiant, et sont à l'origine de la production de rayons gamma observables depuis la Terre grâce à des télescopes d'astronomie gamma. Ainsi, il est possible d'établir la présence de particules cosmiques accélérées par l'explosion d'étoiles par ces « signatures gamma » qu'elles produisent. « Il existe d'autres sources possibles de rayonnements cosmiques, comme par exemple les vents d'étoiles massives, mais le consensus à l'heure actuelle décrit que l'essentiel de ces rayonnements provient d'explosion d'étoiles en supernovæ », conclut l'astrophysicien.

La distribution énergétique des particules cosmiques étudiées par les astrophysiciennes et astrophysiciens est colossale. « Le spectre en énergie de ces particules s'étend sur environ quatorze ordres de grandeurs depuis le mégaelectronvolt (MeV, 10^6 eV) jusqu'à 10^{20} eV », décrit Vincent Tatischeff. « En termes de flux de particules (le nombre de particules observées par centimètre carré, par seconde et par unité d'énergie), nos observations s'étendent sur 30 ordres de grandeur. Les particules cosmiques sont une véritable merveille de la nature, leur flux en fonction de l'énergie forme comme une loi de puissance qui s'étend sur 30 ordres de grandeur depuis les basses énergies jusqu'à des énergies extrêmes. Cet écart colossal est par exemple celui séparant la picoseconde (10^{-12} secondes) de l'âge de l'Univers ! ».

Le mystère des particules cosmiques de basse énergie

Compris entre le mégaélectronvolt et le gigaélectronvolt (GeV, 10^9 eV), les rayonnements cosmiques de basse énergie jouent notamment un rôle dans la formation de nouvelles étoiles dans la galaxie. « Les particules cosmiques de basse énergie sont responsables de l'ionisation de gaz dans la galaxie. Il existe des nuages de gaz faiblement ionisés dans la galaxie, qui, en s'effondrant sur eux-mêmes, créent de nouvelles étoiles », détaille Vincent Tatischeff. Mais l'ionisation de ces nuages par des rayons cosmiques de basse énergie ralentit voire empêche l'effondrement gravitationnel à l'origine de la formation d'étoiles. Par la présence de ces rayons cosmiques, il y a une sorte de régulation de l'effondrement des nuages de gaz menant finalement à la création de nouvelles étoiles. »

« Nous avons obtenu, pour la première fois, une mesure directe des rayons cosmiques de basse énergie dans le milieu interstellaire local autour du Système solaire »

– Vincent Tatischeff

Pendant très longtemps, l'existence de ces particules cosmiques de basse énergie est restée un mystère pour la communauté scientifique. En cause, la modulation solaire. Ce phénomène décrit les vents de particules émis par le Soleil dans le Système solaire dont la Terre fait partie. Ces vents remplissent ainsi une cavité formée autour du système planétaire et repoussant les rayons cosmiques de faible énergie : l'héliosphère. « Les vents solaires exercent une pression arrêtant la propagation des particules cosmiques de basse énergie dans le Système solaire. Puisque ces particules n'atteignent pas le voisinage terrestre, elles nous étaient inconnues », précise Vincent Tatischeff. Il a ainsi fallu attendre que la sonde Voyager 1 sorte de l'héliosphère pour qu'enfin, des

rayonnements cosmiques de basse énergie soient mesurés. En août 2012, 35 ans après son lancement, la sonde atteint, à une distance d'environ dix-huit milliards de kilomètres, les confins de l'influence du Soleil.

Les premières mesures font état de rayonnements d'énergie proche de 3 MeV. « En dessous de cette énergie, on ne sait pas très bien ce qui se passe. Mais globalement, il n'y a pas de raison de penser que tout d'un coup, il n'y a plus de particules à plus basse énergie », commente Vincent Tatischeff.

Si Voyager 1 est, au moment où elle quitte l'héliosphère, toujours soumise à la force gravitationnelle de l'étoile, celle-ci n'est alors plus assujettie aux vents solaires. « C'est une prouesse incroyable, confesse Vincent Tatischeff. Nous avons obtenu, pour la première fois, une mesure directe des rayons cosmiques de basse énergie dans le milieu interstellaire local autour du Système solaire. » Cette découverte pose désormais de nouvelles interrogations aux scientifiques, notamment concernant les taux d'ionisations dont sont responsables les rayonnements cosmiques de basse énergie. « Globalement, nos observations nous amènent à penser qu'il y a moyennement plus de rayons cosmiques de basse énergie dans la galaxie que localement, où nous avons pu les mesurer, détaille l'astrophysicien. Cela signifie que la densité de rayonnements cosmiques varie selon les régions, en raison de la densité d'événements (comme l'explosion d'étoiles en supernovæ) créant ces rayonnements. » L'héliosphère, renfermant le Système solaire, est elle-même comprise dans une bulle locale de gaz chaud qui, d'après certaines théories, protège également les régions internes à cette bulle des rayons cosmiques de basse énergie. « Cela expliquerait peut-être la faible densité locale de rayonnements cosmiques de basse énergie mesurée par les sondes Voyager 1 et 2 », confirme Vincent Tatischeff.

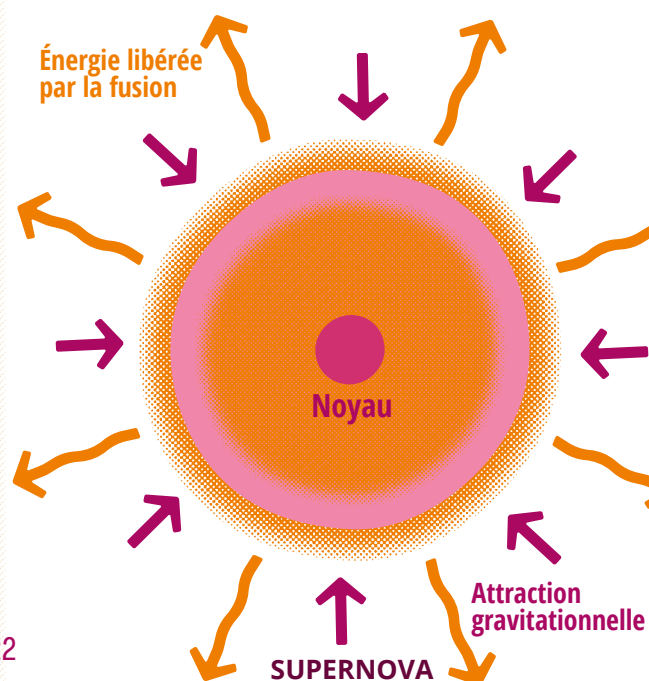
Des particules cosmiques et des pyramides

Au sein du Département d'électronique des détecteurs et d'informatique pour la physique (Dedip – Univ. Paris-Saclay, CEA), de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (Irfu), David Attié étudie les muons. Cette particule fait

partie du modèle standard de physique des particules et provient de la rencontre entre rayonnements cosmiques et haute atmosphère terrestre. L'interaction entre une particule cosmique et un noyau atmosphérique donne lieu à la formation d'une gerbe de nouvelles particules, notamment les mésons pi. Les muons positifs et négatifs sont alors issus de la désintégration des mésons pi, et traversent les différentes couches de l'atmosphère pour atteindre la surface terrestre. Ces particules bombardent littéralement la Terre à chaque instant : le flux de muons atteignant le niveau de la mer est d'environ 170 par mètre carré par seconde. Si elle est inoffensive pour les êtres humains, c'est le caractère pénétrant de cette particule qui la rend si particulière : « Par exemple, une roche de 100 mètres d'épaisseur va absorber quasiment l'ensemble des muons la traversant, mais pas tous. Et c'est cet infime pourcentage qui est particulièrement intéressant », détaille David Attié.

En 2012, le physicien a débuté la conception d'un banc cosmique pour détecter le passage de particules cosmiques, dont les muons, et d'en mesurer leurs trajectoires. Cet instrument est composé d'un hodoscope détectant la position des particules et ainsi leurs trajectoires, de plaques de plastique scintillant servant au déclenchement de l'appareil lorsqu'une particule le traverse et de composants électroniques rendant possible la lecture des données relevées. « Finalement, un banc cosmique permet l'étude et l'utilisation du rayonnement cosmique naturel, au flux faible mais permanent, et nous affranchit de l'utilisation parfois contraignante d'accélérateurs de particules », précise David Attié.

Suite à la conception de cet instrument, David Attié et ses collègues se tournent vers la tomographie muonique, une technique d'imagerie utilisant les muons et leurs propriétés pénétratives pour étudier l'intérieur de structures ciblées. À l'aide du banc cosmique et de télescopes à muons, les physiciennes et physiciens de l'Irfu enregistrent en 2015 les flux de muons traversant le célèbre château d'eau du CEA Paris-Saclay. Les « clichés » muographiques découlant de cette expérience rendent compte, à différents moments de l'année, du niveau d'eau



Qu'est-ce qu'une supernova ?

Une supernova définit l'ensemble du spectaculaire processus de fin de vie d'une étoile. Au cours de son existence, oscillant généralement entre plusieurs millions et plusieurs milliards d'années, une étoile effectue la combustion - entre autres - d'atomes d'hydrogène. Cette combustion entraîne alors des réactions de fusion nucléaire opérant au cœur de l'étoile et conduisant à la formation de noyaux toujours plus lourds (de l'hydrogène à l'hélium, puis le carbone, l'oxygène, le silicium et le fer).

Au centre de l'étoile, où résident les éléments les plus lourds, la pression est telle qu'elle rivalise avec les forces de gravitation : débute alors l'effondrement de l'astre. Ce « cœur de fer » voit sa taille drastiquement réduite en un temps record, et entraîne avec lui les différentes strates internes de l'étoile. De cet effondrement résulte l'implosion de l'étoile, source d'une lumière à l'intensité incomparable dans l'Univers.

interne du château. « Nous avons réalisé deux campagnes de mesures, une première lorsque le château d'eau était rempli et une seconde au moment du nettoyage de la cuve. Sur les clichés obtenus, il est parfaitement possible, et ce pour la première fois par tomographie muonique, de reconnaître le dessin de la structure du château et même son contenant. Nous avons en effet constaté des différences entre les deux clichés lorsque le château d'eau est vidé pour être nettoyé et lorsqu'il est plein », se félicite le chercheur.

En parallèle de ces premières études, le projet ScanPyramids, porté par l'Université du Caire en Égypte et l'Institut français Héritage, innovation, préservation (HIP), est lancé. Son but est d'étudier les grandes pyramides égyptiennes et leurs cavités, sans jamais percer de nouveaux trous. Un défi paraissant destiné à la tomographie muonique de David Attié et ses collègues. En collaboration avec des physiciennes et physiciens japonais de l'Université de Nagoya, les chercheurs et chercheuses du CEA Paris-Saclay décollent pour l'Égypte et sa septième merveille du monde, la pyramide de Kheops, dans la foulée de leurs premières observations concluantes au château d'eau. Ce qui ne devait être qu'une phase de tests pour leurs nouveaux instruments s'est muée en une découverte d'ampleur.

« Sur la face nord-est de la pyramide, il y a ce qu'on appelle communément la chambre de bonne, une petite cavité de quelques mètres cube déjà accessible et connue des spécialistes. Notre idée était donc de tester notre technologie sur cette face, en pointant nos télescopes sur cette cavité, de sorte à démontrer que nous sommes capables d'observer cette chambre située à quelques mètres de roche de l'extérieur. Or, non seulement nous avons été en mesure d'observer cette chambre de bonne, mais nous avons également décelé la présence d'une autre cavité, alors inconnue », raconte David Attié. Au-dessus de la Grande galerie, sur la face nord-est de la pyramide, les scientifiques du CEA confirment, en 2017 puis par tomographie muonique directement à l'intérieur de la pyramide deux ans plus tard, la présence d'un *big void*, un trou jusqu'alors inconnu. Les chercheurs et chercheuses japonaises confirment, par des mesures provenant de l'intérieur de la pyramide, la découverte : une nouvelle chambre, située au-dessus de la Grande galerie et proche de la « chambre de bonne », a bien été découverte par tomographie muonique.

Cette découverte retentissante n'est qu'un exemple parmi tant d'autres des applications possibles de la tomographie muonique et de l'observation des rayonnements cosmiques traversant l'Univers et la Terre à chaque instant.

📖 Références

Vieu T., et al., Cosmic ray production in superbubbles, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 512. DOI : 10.1093/mnras/stac543

Elkarmoty, M., et al., Discovery and validation of the North Face Corridor in the Great Pyramid of Giza using non-destructive techniques, *Papers of the ECNDT 2023. Research and Review Journal of Nondestructive Testing Vol. 1(1)*. <https://doi.org/10.58286/28180>

Les femmes et hommes qui murmuraient à l'oreille des satellites

Portrait des scientifiques instrumentalistes

Dans la grande famille des astrophysiciennes et astrophysiciens, il existe un corps de métier particulier aux frontières entre recherche et ingénierie : les scientifiques instrumentalistes, qui assurent leurs fonctions au plus près des satellites.

Arnaud Claret est directeur de Laboratoire interface science et instruments spatiaux (LISIS – Univ. Paris-Saclay, CEA), au sein de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (Irfu) du CEA Paris-Saclay. Il occupe également un rôle singulier au CEA Paris-Saclay, celui d'instrument scientist. « Je suis astrophysicien, mais j'ai un profil d'instrumentaliste. C'est-à-dire que grossièrement, j'ai un pied dans la science et un pied dans la technique, décrit Arnaud Claret. Le métier d'instrument scientist consiste à être garant du maintien des performances d'un instrument pour qu'une mission soit un succès. Cela demande des connaissances scientifiques et techniques. Plus précisément, je m'intéresse aux effets des radiations spatiales, comme les rayonnements cosmiques ou solaires, sur l'instrumentation embarquée dans les satellites. »

« Ce travail nous donne le sentiment de s'appropriier l'instrument, de développer une certaine intimité avec en essayant le plus précisément possible de prédire son fonctionnement. »

– Arnaud Claret

Arnaud Claret est expert en radiation des projets spatiaux de l'Irfu, dont notamment la mission franco-chinoise en orbite basse autour de la Terre *Space-based Multi-band Variable astronomical Objects Monitor* (Observatoire spatial multi-bande d'objets astronomiques variables – SVOM), dont il assure également le rôle de responsable scientifique du centre de données. « Cette mission est très intéressante pour moi, car elle sera située à une orbite exceptionnellement basse de 625 kilomètres d'altitude. Cela implique notamment que le satellite va traverser régulièrement l'anomalie sud-atlantique. »

Cette anomalie est due à la fois à l'inclinaison et au décalage du champ magnétique terrestre par rapport à l'axe de rotation de la planète. De ce fait, les coquilles magnétiques enveloppant la Terre sont plus proches du sol de 500 kilomètres dans les régions sud-atlantiques (au large du Brésil) qu'autre part sur la planète. Ce champ magnétique agit comme un blindage repoussant une bonne partie des rayonnements cosmiques ou solaires, préservant ainsi la vie sur Terre. Seulement, certaines de ces particules restent « piégées » au niveau du champ magnétique, spiralant autour des lignes du champ magnétique terrestre, dans des « ceintures de radiation » regorgeant de particules. « Finalement, on se retrouve avec un champ magnétique autour de la Terre structurée en coquilles concentriques, à l'image d'un oignon, dont l'altitude est plus faible dans les régions sud-atlantiques. Alors, un satellite orbitant circulairement autour de la Terre à une altitude constante comme SVOM va régulièrement pénétrer cette ceinture de radiation et durant un certain laps de temps. »

Là réside toute la complexité de la mission SVOM pour les instrument scientists : comment concevoir des instruments dont le blindage sera capable de faire face à cette anomalie ? Comment gérer ce « bruit de fond » que va générer le passage régulier dans cette zone remplie de particules en tous genres ? « Tout ceci est nouveau pour moi, et assez excitant. J'ai pu effectuer un travail de simulation en utilisant les données de différents observatoires, différents satellites ayant déjà effectué ce genre d'orbite pour tenter de prédire le comportement de SVOM. Finalement, c'est un travail assez semblable à celui des astrophysiciennes et astrophysiciens qui cherchent à prédire leurs futures observations, nous avons une démarche scientifique similaire. Ce travail de simulation nous donne le sentiment de nous approprier l'instrument, de développer une certaine intimité avec lui en essayant le plus précisément possible de prédire son fonctionnement. », décrit Arnaud Claret.



Zaineb Amor

Portrait d'une étudiante globetrotteuse désormais doctorante au CEA

Après des études où elle a pu voyager de la Tunisie jusqu'en Suède, en passant par Grenoble et Versailles, c'est au CEA Paris-Saclay que Zaineb Amor a choisi de débiter, en 2020, une thèse sur l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), notamment en raison des infrastructures de choix qu'offrent l'institut en la matière.

Originaire de Tunisie, Zaineb Amor effectue une classe préparatoire physique-chimie à La Marsa avant de s'envoler pour la France et étudier,

notamment, le traitement de signal à l'Institut national polytechnique de Grenoble. L'étudiante s'envole également pour la Suède, où elle réussit une année en double diplôme à l'Institut royal de technologie de Stockholm. Enfin, deux stages de recherche, un sur les données microscopiques dans un laboratoire de Grenoble et un projet de fin d'études au sein d'une équipe recherche et développement (R&D) à General Electrics à Versailles, complètent le parcours de Zaineb Amor avant le démarrage de son doctorat en 2020

à NeuroSpin (Univ. Paris-Saclay, CEA), le centre de recherche pour l'innovation en imagerie cérébrale du CEA Paris-Saclay. Alors que sa thèse, intitulée « Encodage non-cartésien Sparkling pour l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle à haute résolution spatio-temporelle à 7 Tesla et au-delà », touche à sa fin, Zaineb Amor revient sur son choix d'effectuer ses travaux au CEA Paris-Saclay plutôt qu'autre part. « J'ai été retenue pour *démarrer une thèse sur des thématiques d'imagerie médicale au sein de trois établissements différents. Mais c'était au CEA, et plus précisément à NeuroSpin, qu'il était plus intéressant pour moi de la réaliser, d'une part car le sujet proposé était plus complet et plus intéressant et d'autre part car les conditions de travail (les infrastructures, l'encadrement et les équipements) me semblaient idéales pour le bon déroulement de ma thèse* », décrit la doctorante, qui se projette déjà dans le fait de continuer dans la recherche, académique ou industrielle, au-delà de son contrat doctoral.

« Les conditions de travail (les infrastructures, l'encadrement et les équipements) me semblaient idéales pour le bon déroulement de ma thèse. » – Zaineb Amor

La presse internationale

ABC

Hallan una 'burbuja de galaxias' de mil millones de años luz, posible 'resto fósil' del Big Bang

La gigantesca estructura, llamada Ho'oleilana, dobla en tamaño a Laniakea, nuestro continente galáctico, y se formó tras el crecimiento exponencial de una Oscilación Acústica Bariónica (BAO), poco después del comienzo del Universo.

<https://www.abc.es/ciencia/hallan-burbuja-galaxias-mil-millones-anos-luz-20230907165222-nt.html>

Forbes

ESA's ExoMars Rover Will Explore Untouched Corner Of Red Planet

The equator in the Martian Northern hemisphere is an area of Mars that has not really been studied by landers on the surface, John Carter, a planetary scientist at France's Paris-Saclay University, told me at the conference.

<https://www.forbes.com/sites/brucedorminey/2023/05/16/esas-exomars-rover-will-explore-untouched-corner-of-red-planet/?sh=2d7d1281ced6>

Daily Mail

Meet Mauricio Pochettino's son Sebastiano who joins Chelsea support staff in critical role

The 28-year-old has previously worked with the Argentine coach at Paris Saint-Germain. He earned a master's degree in Integrative Biology of the Adaptations to Exercise for Health and Performance from the Paris-Saclay University.

<https://www.dailymail.co.uk/sport/football/article-12010851/Meet-backroom-staff-Mauricio-Pochettino-bring-Chelsea.html>

BUSINESS INSIDER

The James Webb Space Telescope found a molecular building block of life hiding in the Orion Nebulae

"This detection not only validates the incredible sensitivity of Webb but also confirms the postulated central importance of CH₃⁺ in interstellar chemistry" Marie-Aline Martin-Drumel, a researcher at the University of Paris-Saclay and another co-author on the paper, said in a NASA press release.

<https://www.businessinsider.com/webb-space-telescope-found-molecular-building-block-life-orion-nebula-2023-6?r=US&IR=T>

L'Université en soutien

des étudiantes et étudiants ukrainiens en mathématiques

Février 2022 : alors que la Russie débute une opération d'invasion de leur pays, les civils ukrainiens tentent de fuir le conflit. En France et à l'Université Paris-Saclay, l'accueil de la communauté étudiante ukrainienne en mathématiques va notamment s'axer autour d'un maître de conférences de l'Université d'Évry.

Le 24 février 2022, la guerre éclate entre la Russie et l'Ukraine, presque huit ans après l'annexion de la Crimée par la Russie et le début d'une crise d'ampleur entre les deux pays. Partout, la communauté internationale se mobilise pour venir en aide au peuple ukrainien.

Portée d'abord par Vincent Runge, maître de conférences à l'Université d'Évry et responsable du master 2 Data science : santé, assurance et finance de l'Université Paris-Saclay, puis par la Fondation mathématique Jacques Hadamard (FMJH), une initiative d'accueil d'étudiantes et étudiants ukrainiens dans les laboratoires de mathématiques de l'Université Paris-Saclay se met rapidement en place.

« Une obligation morale à agir »

« Quand la guerre a commencé, j'ai senti comme une obligation morale à agir. Peu de mes collègues connaissent aussi bien le contexte politique et culturel de l'ex-URSS. D'une certaine façon, j'ai ressenti que c'était " moi ou rien " », détaille Vincent Runge. Au cours de ses études, le mathématicien réalise un master en Russie puis un doctorat en cotutelle avec Moscou. « Concrètement, j'ai pris contact avec un collègue ukrainien pour lui proposer d'accueillir des étudiantes et étudiants en France. Quelques jours se sont écoulés avant qu'une étudiante me contacte depuis la ville de Zaporijjia, menacée à l'époque par un accident nucléaire. Elle me rejoint immédiatement à Paris où elle loge d'abord chez des amis puis des collègues. Le Laboratoire de mathématiques et modélisation d'Évry (LaMME – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Evry, ENSIIE, INRAE) auquel j'appartiens accepte que je prenne en stage cette étudiante en mathématiques de l'Université Shevchenko de Kiev. En repoussant les différentes barrières administratives, l'Université d'Évry a été d'un soutien décisif : inscription rapide et gratuite dans une formation équivalente pour l'étudiante, soutien financier par une bourse du CROUS, etc. », développe Vincent Runge.

Suite à cette première victoire pour le mathématicien, il comprend que ses collègues souhaitent également soutenir ces jeunes mathématiciennes et mathématiciens en danger. « J'ai ensuite joué le rôle d'intermédiaire. Les étudiants me contactaient par la messagerie Telegram selon un protocole que j'avais établi : évaluation de l'urgence sécuritaire, discussion autour de leur projet professionnel, correction des éléments de CV et lettre de motivation. Dans des temps extrêmement courts (souvent en moins de deux jours), je trouvais une personne susceptible de proposer un stage rémunéré dans la spécialité de l'étudiant mais également un logement gratuit pour

quelques semaines chez des amis. Tout cela n'a été possible que grâce à l'engagement très fort d'une trentaine de personnes, qui ont donné sans compter de leur temps et de leur énergie pour aider ces jeunes souvent très marqués par le drame de la guerre. Au total, nous avons ainsi pu accueillir, dès mai 2022, dix-neuf étudiantes et étudiants, répartis dans une dizaine d'universités et grandes écoles franciliennes », se félicite Vincent Runge. Cependant, les stages proposés représentent des contrats de quelques mois seulement et, alors que le conflit s'éternise en Ukraine, la question de l'avenir des dix-neuf réfugiés se pose.

« Cet engagement initial était principalement axé sur l'urgence : les stages débutaient en mai et se terminaient à la fin de l'été. Dans le cas d'un prolongement du conflit, il fallait trouver des solutions plus pérennes. », décrit le mathématicien.

« Au total, nous avons ainsi pu accueillir, dès mai 2022, dix-neuf étudiantes et étudiants, répartis dans une dizaine d'universités et grandes écoles franciliennes. » – Vincent Runge

La Fondation mathématique Jacques Hadamard, un soutien de plus grande ampleur

Créée en 2011 par différents laboratoires de mathématiques, dont entre autres le Centre Borelli (CB – Univ. Paris-Saclay, CNRS, ENS Paris-Saclay, Univ. Paris-Cité, SSA), le Laboratoire de mathématiques d'Orsay (LMO – Univ. Paris-Saclay, CNRS) ou encore le Laboratoire Alexander Grothendieck (LAG – Univ. Paris-Saclay, IHES, CNRS), la Fondation mathématique Jacques Hadamard (FMJH) a pour objectif d'élaborer et de structurer des politiques de formation et de recherche en mathématiques pour l'ensemble de ses laboratoires membres. Aujourd'hui, tous les laboratoires de mathématiques de l'Université (ainsi que de l'Institut polytechnique de Paris) sont affiliés à la Fondation. Récemment, la FMJH a lancé le programme FMJH-Care, à destination d'étudiantes et étudiants de niveau master ou doctorat, français comme étrangers, dotés d'un excellent niveau en mathématiques mais dont les capacités financières ne leur permettent pas d'accéder aux études supérieures.

« Depuis dix ans et sur le périmètre entier de l'Université Paris-Saclay, nous distribuons environ 60 bourses à des étudiantes et étudiants étrangers sur des critères d'excellence, décrit ainsi Pascal Massart,

directeur de la FMJH. L'idée nouvelle derrière le programme FMJH-Care, c'est d'accroître la diversité sociale de l'Université Paris-Saclay en tenant compte aussi de ce critère social pour l'attribution de bourses. Nous profitons également de la renommée mondiale de l'Université, notamment en mathématiques, pour attirer de plus en plus de nouveaux profils. Et cette visibilité nouvelle attire désormais des candidatures au niveau licence. »

Au cours de l'été 2022, la FMJH décide d'apporter son soutien à Vincent Runge. « Vincent réalisait jusque-là un travail de fourmi. Avec lui, nous avons structuré davantage l'offre d'accueil et obtenu de nouveaux financements, nous permettant de prolonger le séjour des stagiaires déjà présent et d'accueillir des étudiantes et étudiants supplémentaires, détaille Pascal Massart.

Aujourd'hui, plus d'un an après le début de la guerre, on compte au total environ 25 étudiantes et étudiants accueillis dans différentes filières de formation en mathématiques, dont une douzaine de nouveaux arrivants en 2023. Notre objectif est de maintenir ce soutien (la fin de la guerre n'est malheureusement pas pour aujourd'hui), aussi longtemps que nécessaire. » Dès leur arrivée en France, les étudiantes et étudiants accueillis par la FMJH sont accompagnés par un mentor et un tuteur, et peuvent bénéficier de l'accompagnement psychologique proposé par le Service de santé de l'Université (SSU).

En 2022, la chercheuse ukrainienne Maryna Viazovska est récompensée de la médaille Fields pour ses travaux concernant la problématique des empilements de sphères. Les étudiantes et étudiants ukrainiens imaginent une rencontre, et contactent la chercheuse « de leur propre chef », souligne Pascal Massart. Quelques mois plus tard, le 11 janvier 2023, c'est une conférence intitulée *Sphere packing* que donne Maryna Viazovska au LMO devant un parterre principalement composé d'étudiantes et d'étudiants de masters de mathématiques. Preuve s'il en est de la motivation à toute épreuve de ces jeunes ukrainiens et ukrainiennes de poursuivre leur formation à la recherche en mathématiques malgré une guerre qui ravage leur pays.

Festival Curiositas

Un campus en fête

Du 16 octobre au 16 novembre dernier, la septième édition du festival Curiositas a eu lieu à l'Université Paris-Saclay. Illustrant l'ampleur du territoire et pour la première fois depuis sa création, le festival s'est déroulé sur la quasi-totalité des campus de l'Université. En amont du festival Curiositas, la traditionnelle Fête de la science avait déjà lancé les festivités sur tous les campus de l'Université, du 6 au 16 octobre.

Depuis 2013, le festival Curiositas mélange arts et sciences pour attiser curiosité et découverte chez un public aussi large que possible. Aucune connaissance préalable, ni en arts ni en sciences, n'est en effet nécessaire pour apprécier le festival. Du 16 octobre au 16 novembre 2023, pour sa septième édition, le festival Curiositas a eu pour thématique l'émerveillement et a proposé un large choix d'activités pour découvrir la science et l'art sous l'angle de l'étonnement et de la fascination.

↓ « Aller vers le public »

Alors que les éditions précédentes du festival étaient généralement concentrées sur un lieu unique, cette nouvelle formule a étendu Curiositas sur tous les départements où est implantée l'Université Paris-Saclay, rappelant ainsi le caractère hétéroclite de l'Université. Des campus de Guyancourt ou de Versailles de l'UVSQ jusqu'à l'Université d'Évry, en passant par la Faculté de sciences d'Orsay ou l'ENS Paris-Saclay, quinze lieux au total ont accueilli la vingtaine d'activités prévues par le festival, dont une dizaine affiliée à l'Université Paris-Saclay. « Nous avons cette fois-ci souhaité aller directement vers le

public », commentent Marjorie Tarjon et Audrey Perez, respectivement chargée de projets arts-sciences-société et apprentie au sein de la Diagonale Paris-Saclay. Cette pluralité de lieux d'accueil a également ouvert le festival à des publics éloignés du monde de la recherche et à des habitants du territoire, peut-être moins au fait de l'existence d'un tel évènement.



© Angélique Gilson

↓ Bulles de savon, jonglage « nuptial » et physique quantique

Expositions, ateliers de danse ou de pliage, parcours de découverte de la physique quantique, visites olfactives, ciné-concert, conférence ludique autour de la bulle de savon... La pluralité des activités prévues pendant le festival Curiositas a été grande et a été l'occasion, à chaque instant, de mêler sciences, découvertes et

arts. « L'enjeu du festival est celui d'apporter une dimension scientifique à une œuvre d'art, en apportant des connaissances en lien avec l'œuvre présentée et ainsi attiser intérêt et curiosité », développe Olivier Kahn, directeur de la Diagonale Paris-Saclay. Le 17 octobre, le jongleur Fabrizio Solinas a par exemple proposé un spectacle de jonglerie à l'Université d'Évry centré sur l'amour et la drague. Suite à ce spectacle, Hélène Courvoisier, maîtresse de conférences à l'Université Paris-Saclay, spécialiste des communications acoustiques animales et membre de l'Institut de neurosciences Paris-Saclay (NeuroPSI – Univ. Paris-Saclay, CNRS), a animé aux côtés du jongleur une performance autour du comportement animal. « Il nous est important de toujours maintenir la recherche scientifique proche d'un sujet mis en avant par des artistes. Suite à la présentation d'une œuvre, nous souhaitons mettre en avant l'émotion que suscite la recherche scientifique et la compréhension de la complexité du monde, du vivant, de ce qui nous entoure. C'est ensuite un véritable cercle vertueux de fascination, de curiosité, etc. pour le public », détaille Olivier Kahn.

Dans le but d'attirer de nouveaux publics vers le festival Curiositas, l'équipe de la Diagonale Paris-Saclay a « consciemment noué des partenariats avec différents lieux de science populaire », note Olivier Kahn. Parmi ces lieux figuraient les Maisons des jeunes et de la culture (MJC) de Palaiseau et d'Orsay (Essonne), des médiathèques d'Essonne et des Yvelines, le musée associatif Exploradôme à Vitry-sur-Seine (Val-de-Marne)

<https://www.curiositas.fr/>



© Christophe Peus

Fête de la science 2023

L'Université Paris-Saclay célèbre le sport

Du 6 au 16 octobre dernier, l'Université Paris-Saclay a accueilli la Fête de la science au sein de ses nombreux campus. Comme chaque année, de multiples activités étaient au programme : visites de laboratoires, conférences, représentations et ateliers divers ont battu leur plein durant ces dix jours où la part belle a été faite aux sciences du sport. Au sein du Village des sciences de l'Université, figurait notamment un jeu scientifique focalisé sur l'économie de l'attention dans le sport, mis en place par l'association S[cube] ou encore un quizz sur les femmes et l'olympisme.

Science ouverte

Des services pour tous et toutes

Par son soutien à la création de nouveaux outils, de formation et de communication autour de la science ouverte, l'Université Paris-Saclay participe à l'essor de ce changement crucial opérant au sein du monde académique.

D'après le deuxième Plan national pour la science ouverte édité en 2021 par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, la science ouverte est définie comme la diffusion sans entrave des résultats, des méthodes et des produits de la recherche scientifique. Cela se traduit par un partage sans contraintes des publications et, autant que possible, des données de recherche. L'Université Paris-Saclay se veut actrice du mouvement d'ouverture de la science et, à cet effet, a publié en 2022 un document unique de la science ouverte agissant comme le véritable pilier de la stratégie de l'Université.

Plusieurs outils, sous la forme d'événements, de formations ou de réseaux d'actualité sont aujourd'hui en service pour offrir la possibilité à l'ensemble des chercheurs et chercheuses de l'Université de pratiquer une science ouverte.

Durant le mois d'octobre et à l'occasion de l'*International open access week* (semaine internationale de la science ouverte), l'Université a organisé l'*Open science month* (mois de la science ouverte), composé d'une série de webinaires ayant pour sujets l'ensemble des services et projets en lien avec la science ouverte et diffusée à l'ensemble de la communauté de recherche de l'Université.

« L'International open access week est un temps fort de la science ouverte au niveau mondial », se réjouit Luc Bellier, directeur adjoint en charge du pôle numérique, recherche et science ouverte au sein de la Direction des bibliothèques, de l'information et de la science ouverte (Dibiso). Par ailleurs et depuis le mois de septembre 2023, la newsletter FilSO rend compte mensuellement des actualités de la science ouverte.

Le site institutionnel de l'Université accueille également de nouvelles pages dédiées à la science ouverte. Travaillées comme une refonte des pages précédentes, cette nouvelle plateforme sera restructurée « autour des huit piliers de la science ouverte établis par le document unique de l'Université », note Luc Bellier, et permettra à tous et toutes de se renseigner au mieux sur la science ouverte. Un guichet unique, sous la forme d'une adresse mail unique pour toute la communauté de recherche de l'ensemble du périmètre de l'Université Paris-Saclay a également vu le jour.

« Ce guichet unique permet de centraliser les demandes de toute la communauté académique de l'Université vers une seule adresse, et ainsi de rendre égaux tous les services rendus en matière de science ouverte », décrit Julien Sempéré, Directeur général des services adjoint de l'Université.



© Fernando & Sergio Guerra



© Fernando & Sergio Guerra



© Fernando & Sergio Guerra



Boîte à outils

Open science month

<https://www.universite-paris-saclay.fr/open-science-month-2023>

Newsletter FilSO

<https://forms.mailing.universite-paris-saclay.fr/5bae-2086b85b536066d96355/mYm607G-RkeMaZ7kAg-vuUg/form.html>

Page science ouverte site institutionnel

<https://www.universite-paris-saclay.fr/recherche/science-ouverte>

Adresse mail guichet unique

Science.ouverte@universite-paris-saclay.fr



Sur le plateau

Le Lumen voit le jour

Situé au cœur du campus Plateau de Moulon, le Lumen a ouvert ses portes le 18 septembre 2023. À la fois bibliothèque universitaire et lieu de vie, ce nouveau bâtiment entend rassembler la communauté locale de l'Université Paris-Saclay.

Depuis septembre 2023, un nouveau bâtiment fait face au site Henri Moissan sur le plateau du Moulon : le Lumen. Reconnaisable entre mille, grâce à sa robe originale et son dessin épousant le virage du futur métro aérien, ce nouveau lieu est au parfait croisement entre bibliothèque universitaire, espace de travail collaboratif, lieu de vie et d'accueil d'événements en tous genres.

« Le Lumen est un équipement mutualisé entre CentraleSupélec, l'ENS Paris-Saclay et l'Université Paris-Saclay. Il intègre aussi deux autres directions de l'Université : la Diagonale et le Design Spot, avec lesquelles nous développerons des projets communs, précise Martine Coppet, directrice-adjointe et responsable du Lumen au sein de la Direction des bibliothèques, de l'information et de la science ouverte (Dibiso) de l'Université Paris-Saclay. Le bâtiment regroupe les collections des deux grandes écoles et celles de la bibliothèque de l'ancienne faculté de pharmacie de Chatenay-Malabry, désormais sur le site Moissan ainsi qu'une partie des collections de chimie, de biologie et de physique de la bibliothèque universitaire d'Orsay.

L'objectif a été de réunir une collection couvrant tous les domaines d'activité du plateau. » Conçu avec le concours de ses futurs usagers pour l'aménagement intérieur, le Lumen est ouvert à l'ensemble de la communauté du plateau (étudiantes et étudiants, chercheuses et chercheurs, personnels, etc.) mais également aux habitantes et habitants du plateau. D'une superficie d'environ 7 000 m², le Lumen dispose au total de 1 100 places (tout type confondu), d'environ 30 salles de travail en groupe (de 4 à 8 places), de salles pour l'innovation pédagogique, d'un studio d'enregistrement, d'un auditorium, d'un hall d'exposition, d'un espace presse et littérature, d'un espace de détente, et d'un lieu de restauration au rez-de-chaussée, dont l'ouverture est prévue en 2024. « Le Lumen nous offre l'opportunité de développer de nouveaux services à nos usagers », ajoute Martine Coppet : par exemple, le prêt de jeux de société, de capteurs de dioxyde de carbone ou bientôt d'outils et matériel divers utiles aux étudiantes et étudiants.

<https://www.lumen.universite-paris-saclay.fr/>



L'agenda

Automne/Hiver 2023

On y était

Ne pas manquer

📍 Tous les campus
🏠 La Diagonale
16 oct → 16 nov



Festival

Festival Curiositas

Pour sa septième édition, le festival Curiositas s'est déroulé sur l'ensemble des territoires de l'Université Paris-Saclay. Autour de la thématique de l'émerveillement, un public plus nombreux et plus divers que jamais a pu assister à des ateliers, spectacles, expositions et visites mêlant arts et sciences.

<https://www.curiositas.fr/>

📍 AgroParisTech
🏠 AgroParisTech, Graduate School Biosphera, Fédération Île-de-France de recherche sur l'environnement

20 nov à 17h 30

Conférence

Détrivore

La voie manquante entre décomposition et formation de la matière organique des sols

Animée par François-Xavier Joly, spécialiste d'écologie des sols, la conférence gratuite a permis d'introduire des thématiques importantes telles que les détrivores avant le lancement des journées Traits écologiques et biologiques des organismes des sols, du 20 au 22 novembre.

<https://www.agroparistech.fr/agenda/journees-te-bis-traits-ecologiques-biologiques-organismes-sols>

📍 Atrium du bâtiment Eiffel, CentraleSupélec
🏠 CentraleSupélec
18 oct → 15 déc



Exposition

Gustave Eiffel, centralien du siècle

À l'occasion du centenaire de la disparition de Gustave Eiffel, CentraleSupélec honore la mémoire du plus célèbre de ses alumni, à travers une exposition ludique retraçant le parcours et la vie de l'ingénieur.

<https://www.centralesupelec.fr/fr/eiffel>

📍 Lumen
🏠 Pascale Laborier et Pierre-Jérôme Adjedj
10 nov → 22 déc

Exposition

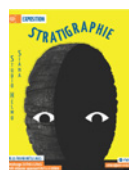
Poser pour la liberté

Portraits de scientifiques en exil

L'exposition, présentée par la chercheuse Pascale Laborier et le photographe Pierre-Jérôme Adjedj, dresse le portrait d'une cinquantaine de chercheurs et chercheuses en exil aux quatre coins du globe.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/poser-pour-la-liberte-portraits-de-scientifiques-en-exil>

📍 Université d'Évry bâtiment Pelvoux
🏠 Université d'Évry, studio Helmo
18 oct → 8 déc



Exposition

Stratigraphie

L'exposition Stratigraphie, portée par les graphistes Thomas Couderc et Clément Vauchez, fondateurs du studio Helmo, sera présente dans la Halle technologique du bâtiment Pelvoux de l'Université d'Évry durant près de deux mois. Cette exposition mêle sérigraphie et procédés mécaniques de reproduction d'images.

<https://www.univ-evry.fr/evenements/agenda-des-evenements-vie-etudiante/evenements-culture/exposition-stratigraphie-studio-helmo>

📍 Institut Pascal
🏠 Université Paris-Saclay
12 déc à 18h 30



Conférence

« Nos belles histoires »

avec Bertrand Serlet et Michel Safars

En décembre, l'Université Paris-Saclay inaugure un nouveau cycle de conférences d'alumni à destination de sa communauté étudiante. « Nos belles histoires » donneront ainsi la parole à des personnalités aux parcours particulièrement inspirants. La conférence de lancement accueillera l'informaticien et ingénieur logiciel renommé Bertrand Serlet, qui reviendra sur les enseignements tirés de ses mentors. Il sera interviewé par Michel Safars, entrepreneur et professeur en stratégie et entrepreneuriat à HEC Paris.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/conference-nos-belles-histoires-avec-bertrand-serlet>

📍 ENS Paris-Saclay
🏠 La Scène de recherche et les Bureau des élèves de l'ENS Paris-Saclay
16 janv

Les festins du mardi midi

Des os à l'oral

Depuis septembre 2023, la Scène de recherche a lancé ses Festins du mardi midi. Un mardi par mois, un spectacle est organisé et suivi d'un festin proposé par les membres du Bureau des élèves de l'ENS Paris-Saclay. L'inscription est gratuite mais obligatoire.

<https://ens-paris-saclay.fr/scene-de-recherche/des-os-loral>

📍 Lieu

🏠 Hôte

À lire

Automne 2023

The Conversation

Les risques de températures extrêmes en Europe de l'Ouest sont sous-estimés

Respectivement chercheur et doctorant au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Univ. Paris-Saclay, CNRS, CEA, UVSQ), Davide Faranda et Robin Noyelle abordent, au lendemain d'un été caniculaire, les origines des chaleurs extrêmes et grimpantes en Europe de l'Ouest. Les scientifiques sont formels : il n'est pas impossible qu'un jour, Paris atteigne les 50° C.

[https://theconversation.com/les-risques-de-temperatures-extremes-en-europe-de-louest-sont-sous-es-times-213015](https://theconversation.com/les-risques-de-temperatures-extremes-en-europe-de-louest-sont-sous-estimes-213015)

Égalité des salaires hommes-femmes Où en est-on dans le football ?

Alors que le football féminin se développe à grande vitesse en France, les écarts de salaires entre joueurs et joueuses professionnelles atteignent encore des niveaux record. En moyenne, comme le montrent Yann Imine et Michel Desbordes, professeurs de la Faculté des sciences du sport de l'Université Paris-Saclay, une footballeuse professionnelle française gagne 26 fois moins par mois qu'un footballeur professionnel.

<https://theconversation.com/egalite-des-salaires-hommes-femmes-ou-en-est-on-dans-le-football-208900>

Membres du Comité éditorial ayant participé au numéro
Reine Bou Fadel, Bruno Chanetz, Claire Crinon, Marie-Anne Debily, Frédérique Delville, Luisa Ferreira Dos Santos, Gaëlle Giraudier, Delphine Joseph, Cheick Kalidou Ndaw, Richard Kruel, Tuline Laeser, Laetitia Lecorné, Bertrand Poumellec, Guillaume Rivière, Hervé Rivières, Jacqui Shykoff, Tiina Suomijarvi, Julien Signoles, Marjorie Tarjon, Nina Tyminska.

Directrice de la publication **Estelle Iacona**

Directrice de la rédaction **Karine Wecker**

Rédactrice en chef **Véronique Meder**

Rédacteur en chef adjoint **Antoine Duval**

Rédacteurs **Antoine Duval, Alexandre Mathieu, Véronique Meder, Patricia Muller, Lucile Rabiet**

Direction artistique **Atelier Corbin / Corpus**

Illustration **Laura Ancona**

Impression **Imprimerie Grenier**

ISSN 2679-4845 (imprimé) - ISSN 2777 4007 (en ligne)

Dépôt légal à parution

Les politiques d'accessibilité

à l'Université Paris-Saclay

Par ses objectifs de proposer une pédagogie et des conditions de travail ouvertes à tout individu, l'Université Paris-Saclay se veut inclusive et défend une politique d'accessibilité pour toutes et tous.

+15%

d'augmentation
du nombre d'étudiantes
et étudiants en situation
de handicap à l'Université
Paris-Saclay



schéma directeur
d'accessibilité numérique

+900

étudiantes et étudiants
déclarés en situation de handicap

+5%

d'augmentation du nombre
de personnels déclarés en situation
de handicap par rapport à 2022

Chiffres-clefs



Une série de webinaires
prévue fin novembre 2023
à destination des
personnels

3%

des personnels
de l'Université reconnus
comme étant en situation
de handicap en 2023



schéma directeur de l'Université Paris-Saclay,
traduction de la volonté de faire de l'Université
Paris-Saclay un exemple d'inclusion
<https://www.universite-paris-saclay.fr/sites/default/files/media/2020-06/sdh.pdf>



Un service Handicap et études
au sein du pôle Diversité handicap
de la Direction de la vie étudiante
et de l'égalité des chances

Des référentes
et référents dans chaque
composante de l'Université.

2 types
de référents

des référents
enseignement

des référents
administratifs



Un service Handicap
pour le personnel
de l'Université

Partenariats

Atypie-Friendly

L'Université Paris-Saclay est engagée et actrice d'Atypie-Friendly, un partenariat d'universités nationales ayant pour but de rendre l'enseignement supérieur inclusif.

H-Lab

Créé en 2012, le H-lab est une association de loi 1901 qui a pour objectif principal de favoriser la participation sociale des personnes en situation de handicap grâce à la conception universelle.

Contacts

Une page regroupant
tous les contacts étudiants,
par composante universitaire :

<https://www.universite-paris-saclay.fr/vie-de-campus/handicap/contacts-handicap>

Une page dédiée aux
ressources et contacts pour les
personnels en situation de handicap :

<https://www.universite-paris-saclay.fr/vie-de-campus/handicap/personnel-en-situation-de-handicap>

E-mail générique pour les étudiants
handicap.etudiant@universite-paris-saclay.fr

E-mail générique pour le personnel
personnel.handicap@universite-paris-saclay.fr