

n° 23

Hiver / Printemps 2024

L'Édition



université
PARIS-SACLAY

4 Formation
Bonus qualité
internationale

7 Médiation des sciences
Ça bulle en thèse ?

10 Recherche
À la recherche de l'antimatière

13 Recherche
Vivre avec les insectes

16 Business
& innovation
Les particules à l'Université
Paris-Saclay

18 Recherche
La catalyse comme outil
d'une chimie verte

21 Recherche
L'éthique de la recherche
à l'Université Paris-Saclay

25 Vue d'ailleurs
Poser pour la liberté

27 Vie de campus
Le sport de haut niveau
à l'Université Paris-Saclay

Prix et distinctions à l'Université Paris-Saclay

Chercheurs et chercheuses

Trois chercheuses et un chercheur issus de la communauté de recherche de l'Université Paris-Saclay se sont vus décerner la **médaille d'argent 2024 du CNRS** :

Sara Bolognesi, chercheuse au Département de physique des particules de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (DPhP – Univ. Paris-Saclay, CEA), concentre ses travaux actuels sur l'oscillation des neutrinos, pour laquelle elle participe à l'expérience de physique des particules T2K (Tokai to Kamioka) qui se déroule au Japon ;

Sarah Cohen-Boulakia, professeure des universités, chercheuse au Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Inria, CentraleSupélec) et directrice adjointe de l'Institut DATAIA, travaille sur la provenance et la conception de *workflows* scientifiques, la reproductibilité des expériences scientifiques, et l'intégration et l'interrogation de données biologiques et biomédicales ;

Amaëlle Landais-Israel, directrice de recherche CNRS au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Univ. Paris-Saclay, CEA, CNRS, UVSQ), est une spécialiste de la reconstitution des climats passés à partir des archives glaciaires et dont les travaux sur la glace de l'Antarctique et du Groenland ont contribué à connaître le paléoclimat ;

Aristide Lemaître, directeur de recherche CNRS au Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Paris Cité), a centré ses travaux sur les semi-conducteurs ferromagnétiques avant de les orienter sur l'étude de la croissance et la physique des isolants topologiques.

Deux chercheuses issues de la communauté de recherche de l'Université Paris-Saclay se sont vues décerner la **médaille de bronze 2024 du CNRS** :

Céline Bellard, écologue et chercheuse au Laboratoire Écologie, systématique et évolution (ESE – Univ. Paris-Saclay, CNRS, AgroParisTech), étudie les conséquences des invasions biologiques et, plus largement, des changements globaux sur la biodiversité en utilisant des approches macro-écologiques ;

Lauriane Mousset, chercheuse en économie écologique au Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED – Univ. Paris-Saclay, AgroParisTech, Cirad, EHESS, École des Ponts ParisTech, CNRS), mène des travaux à l'interface entre écologie, économie des ressources naturelles et modélisation.

Stanislas Dehaene, directeur du centre Neurospin, professeur au Collège de France et directeur de recherche Inserm au sein de l'Unité de neurosciences cognitives (Unicog – Univ. Paris-Saclay, Inserm, CEA, CNRS), est lauréat du **prix Atkinson en sciences psychologiques et cognitives**, décerné par l'Académie

internationale des sciences américaine (*National Academy of Sciences*), pour ses travaux novateurs sur les mécanismes cognitifs et les processus cérébraux des mathématiques, de la lecture et de la conscience.

Jean Jouzel, directeur de recherche émérite CNRS, et **Valérie Masson-Delmotte**, directrice de recherche au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Univ. Paris-Saclay, CEA, CNRS, UVSQ), ont reçu le **prix Frontiers of Knowledge 2024** de la **Fondation BBVA** en récompense de leurs travaux qui ont contribué à approfondir la compréhension du mécanisme au cœur du réchauffement climatique.



Marina Kvaskoff, membre de l'équipe Exposome et hérité au Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP – Univ. Paris-Saclay, Inserm, UVSQ), s'est vue remettre le **prix Inserm Science et société-Opecst** pour ses travaux de recherche destinés à mieux comprendre et faire connaître l'endométriose.

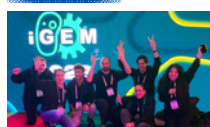


Philippe Langella, directeur de recherche INRAE, responsable de l'équipe ProbiHôte au sein du laboratoire Microbiologie de l'alimentation au service de la santé humaine (MICALIS – Univ. Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech), s'est vu décerner le **Grand prix des lauriers INRAE** pour ses travaux et résultats sur l'utilisation de bactéries probiotiques à des fins thérapeutiques, notamment contre la maladie de Crohn et l'infection à *Clostridium difficile*.

Claire de March, chercheuse CNRS à l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN – Univ. Paris-Saclay, CNRS), est lauréate du **prix Irène Joliot-Curie 2023 – Jeune femme scientifique** pour ses travaux sur la compréhension de la complexité de la perception des odeurs au niveau moléculaire dans une approche transdisciplinaire.

Étudiantes et étudiants

Maxime Clerc et **Aurore Gal de Pembroke**, élèves-ingénieurs en deuxième année à AgroParisTech, sont vainqueurs du **Concours de cuisine des Grandes écoles 2024** grâce à leur croque-monsieur revisité, composé de saumon fumé mariné, d'une salade croquante de chou rouge et pomme verte, et d'une compotée d'ail, oignons et échalotes.



L'équipe iGEM Évry Paris-Saclay, composée notamment de onze étudiantes et étudiants de l'Université d'Évry et de quatre élèves-ingénieurs de CentraleSupélec,

a gagné une **médaille d'or** à la **compétition internationale de biologie de synthèse iGEM 2023** ainsi que le **prix Best Hardware**, et a été nominée pour le **prix Best Software Tool**. Le projet présenté, OptoGenEYEsis, s'oriente vers le développement d'opsines microbiennes, avec une sensibilité à la lumière améliorée par le biais d'une évolution dirigée, pour une future utilisation en thérapie génique afin de restaurer la vision.

Entreprises et projets

Deux projets issus des laboratoires liés à l'Université Paris-Saclay sont lauréats des **prix Science ouverte du logiciel libre de la recherche 2023** décernés par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche :

Le projet **Fink**, porté par Julien Peloton, du Laboratoire de physique des 2 infinis - Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Paris-Cité), est lauréat dans la **catégorie coup du cœur du jury**. Il s'agit d'un système capable de gérer, en temps réel, le volume d'alertes par nuit associées à des phénomènes transitoires dans le ciel et générées par le télescope LSST (*Large Survey of Space and Time*) ;

Le logiciel **Smilei**, développé par une collaboration impliquant notamment Mathieu Lobet, Charles Prouveur et Olga Abramkina de la Maison de la simulation (MdS – Univ. Paris-Saclay, CEA) et Francesco Massimo du Laboratoire de physique des gaz et des plasmas (LPGP – Univ. Paris-Saclay, CNRS), est lauréat dans la catégorie science et technique. Il s'agit d'un outil de simulation pour la physique des plasmas chauds sur superordinateurs et qui comporte de nombreuses applications en physique.

Deux jeunes entreprises innovantes créées par des étudiantes et étudiants de l'Université Paris-Saclay sont lauréates du **prix Pépite 2023** :



MooveToi, portée par Néva Béraud-Peigné, doctorante au sein du laboratoire Complexité, innovation, activités motrices et sportives (CIAMS – Univ. Paris-Saclay, Univ. Orléans), conçoit et anime des programmes, événements et formations d'activité physique adaptée, ludiques et accessibles à des publics ayant des besoins spécifiques (seniors, malades chroniques et/ou personnes en situation de handicap) afin d'améliorer leur santé ;



BOA Green Tech, portée par Baptiste Ortheau, diplômé d'un master 1 Biologie - santé - voie Boris Ephrussi - ENS, ambitionne de révolutionner l'industrie nucléaire en la rendant plus efficace, performante et entièrement propre grâce à la biotechnologie.

Pour l'Université Paris-Saclay, de tels événements sont aussi l'occasion de réaffirmer ses trois piliers que sont la recherche scientifique, la formation et l'innovation.



L'éditorial

© Université Paris-Saclay

Fin février, la première édition du congrès *Paris-Saclay Summit – Choose Science*, organisé à l'EDF Lab Paris-Saclay par le journal *Le Point*, en collaboration notamment avec la communauté d'agglomération Paris-Saclay et en partenariat avec l'Université Paris-Saclay, a réuni des scientifiques, dont des experts de l'Université, des inventeurs, des citoyens, des politiques, des étudiants et des entrepreneurs autour d'un remarquable programme. Durant deux jours, plus de cinquante conférences et débats se sont tenus sur des thématiques aussi essentielles que la santé, l'alimentation, l'intelligence artificielle, le quantique, l'énergie, l'écologie ou le climat. L'occasion de mettre la science au cœur de la société

et de souligner son rôle crucial face aux grands enjeux du 21^e siècle. Pour l'Université Paris-Saclay, de tels événements sont aussi l'occasion de réaffirmer ses trois piliers que sont la recherche scientifique, la formation et l'innovation. Des piliers que notre journal *L'Édition* s'applique à mettre à l'honneur à chaque numéro. Et celui-ci ne fera pas exception.

Dans ces pages, vous plongerez dans les secrets de l'antimatière. En quoi consiste-t-elle et d'où vient-elle ? Près d'un siècle après l'émergence du concept, nos scientifiques s'attachent encore à répondre à ces questions en menant des études dans de grands accélérateurs à particules. Et grâce à ces recherches, des start-up s'emparent désormais de la science des particules pour développer des applications concrètes. En guise de tour d'horizon, la rubrique *Business & Innovation* vous dévoile quatre start-up issues des laboratoires liés à l'Université.

Côté recherche, vous découvrirez aussi un sujet d'étude aux multiples facettes : les insectes. Des fourmilions aux punaises de lit en passant par l'entomophagie, ce numéro de *L'Édition* est parti à la rencontre de scientifiques de l'Université Paris-Saclay passionnés par ces espèces qui conservent bien des zones d'ombre. Dans ce numéro, notre journal lève par ailleurs le voile sur la catalyse. Observé depuis des millénaires, ce phénomène est aujourd'hui devenu l'un des piliers de la pratique d'une chimie moins consommatrice et énergivore. Vous constaterez d'ailleurs que la chimie soutenable est aussi à l'honneur dans nos actualités pédagogiques avec un focus sur la microcertification lancée en janvier 2024 par la Graduate School Chimie.

À quelques mois des Jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024, la rubrique *Vie de campus* se tourne vers ces athlètes de haut niveau qui conjuguent sport et études au sein de notre Université. Et comme l'année s'annonce une nouvelle fois riche en événements, vous trouverez en fin de journal l'agenda des prochains mois, comprenant des rendez-vous incontournables comme les salons Paris-Saclay SPRING 2024 et Viva Technology 2024 consacrés à l'innovation et auxquels participera notre Université.

Bonne lecture !

Camille Galap,
Administrateur provisoire de l'Université Paris-Saclay.

université
PARIS-SACLAY

AgroParisTech

CentraleSupélec

école
normale
supérieure
paris-saclay

IFREMER

INSTITUT
d'OPHIQUE
PARIS SACLAY

UVSQ
université PARIS-SACLAY

UNIVERSITÉ
EVRY
université
PARIS-SACLAY

cea

cnrs

INRAE

Unia

Inserm
Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

ONERA
THE FRENCH AIRSPACE CO

Bonus qualité internationale

Un dispositif au service de la coopération en formation

Dans le cadre de sa stratégie d'ouverture internationale, l'Université Paris-Saclay encourage les personnels de recherche, d'enseignement et administratifs ou techniques de ses différentes composantes à candidater à l'appel à propositions Bonus qualité internationale (BQI) pour développer les coopérations internationales en matière de formation. Un dispositif souple et efficace qui a déjà financé une vingtaine de projets depuis 2019.

Par le développement de l'internationalisation de ses formations, grâce au développement de doubles diplômes et de formations conjointes en partenariat avec d'autres universités, l'Université Paris-Saclay souhaite offrir à sa communauté étudiante la possibilité d'obtenir des compétences transverses, de s'enrichir d'un point de vue personnel et culturel grâce à la mobilité, de suivre un parcours personnalisé, pour au final acquérir une meilleure employabilité. L'enrichissement de l'offre de formation au niveau international est également profitable aux enseignantes et enseignants, qui croisent ainsi leurs expériences pédagogiques avec d'autres équipes, et ouvre parfois la voie à des collaborations de recherche structurantes.

« Si à ce jour, ce sont essentiellement les enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs qui se saisissent de cet appel, les personnels techniques et administratifs sont également éligibles à cette aide. »

— Fiona Gerente

Cependant, force est de constater qu'il n'est pas toujours évident de se lancer pour les personnes souhaitant développer des coopérations internationales en matière de formation. Et pour cause, faute de soutien ou de temps à consacrer à des dossiers de financement bien souvent complexes, certains projets peinent à dépasser le stade de l'idée. *« C'est pour que ces porteurs et porteuses de projets ne perdent plus de temps et parviennent enfin à poser la première pierre qu'a été mis en place le Bonus qualité internationale (BQI), envisagé en ce sens comme un fonds d'amorçage »,* explique Fiona Gerente, chargée de partenariats internationaux au sein de la Direction des relations internationales et européennes (DRIE) de l'Université Paris-Saclay.

Un dispositif à destination des personnels de l'Université

Créé en 2016 par la direction des relations internationales de l'Université Paris-Sud et porté depuis 2020 par la DRIE de l'Université Paris-Saclay, ce dispositif a

été conçu à destination de la communauté enseignante de l'Université, mais aussi des personnels techniques et administratifs, impliqués dans les formations opérées par l'Université Paris-Saclay et dans les activités des équipes d'accueil et unités mixtes de recherche. *« Si à ce jour, ce sont essentiellement les enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs qui se saisissent de cet appel, nous insistons sur le fait que les personnels techniques et administratifs sont également éligibles à cette aide. Qu'ils n'hésitent donc pas, eux aussi, à candidater ! »,* précise Fiona Gerente. Une réflexion est en cours sur le potentiel élargissement du dispositif au périmètre large de l'Université.

« C'est cette simplicité de procédure, souple et rapide, qui est particulièrement appréciée par nos bénéficiaires. »

— Fiona Gerente

Conçu comme un accélérateur de projets

Entre 2019 et 2022, dix-neuf enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs, majoritairement issus de la Faculté des sciences d'Orsay, de la Faculté des sciences du sport, de la Faculté Jean Monnet et de l'IUT de Cachan, ont ainsi bénéficié d'un soutien moyen de 2 200 euros pour financer des missions (transport et frais de séjour) réalisées majoritairement en Europe (46 %) et en Amérique (18 %), mais aussi en Asie (11 %), en Afrique (11 %), au Moyen-Orient (7 %), en Océanie (4 %) et en Russie (3 %). *« La plupart de ces missions ont permis de donner naissance par la suite à des Mobilités internationales de crédits Erasmus+ (projet MIC) qui auraient sans doute été plus longues à mettre en place sans ce coup de pouce de départ »,* souligne Fiona Gerente.

Simple d'utilisation, souple et efficace

La candidature au BQI s'effectue en ligne. Il suffit au porteur ou à la porteuse de projet de compléter un formulaire en renseignant son identité, un descriptif et les objectifs de son projet. *« Ce dossier de trois pages peut être soumis n'importe quand dans l'année, au minimum quatre semaines avant le début du projet et au plus tard le 31 octobre de l'année en cours »,* précise Fiona Gerente. Une fois le formulaire transmis, la demande est instruite par un jury de sélection et un retour est fait au porteur ou à la porteuse dans les quinze jours suivant le dépôt de sa demande. *« C'est cette simplicité de procédure, souple et rapide, qui est particulièrement appréciée par nos bénéficiaires »,* souligne Fiona Gerente.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/bonus-qualite-internationale-bqi>

Témoignage

« Grâce au BQI, j'ai pu effectuer deux mobilités très fructueuses. »

Enseignante-chercheuse au laboratoire Complexité, innovation, activités motrices et sportives (CIAMS - Univ. Paris-Saclay, Univ. Orléans), Marie Gernigon a bénéficié sur deux années consécutives, en 2020 et en 2021, du dispositif Bonus qualité internationale (BQI). Un soutien grâce auquel elle a effectué deux mobilités à l'Université de Cambridge (Royaume-Uni) et dont elle continue aujourd'hui de récolter les fruits.



© Marie Gernigon

Si l'histoire de Marie Gernigon avec l'Université de Cambridge ne débute pas avec le Bonus qualité internationale (BQI), c'est toutefois en grande partie grâce à ce dispositif qu'elle se prolonge aujourd'hui, pour elle et ses étudiantes et étudiants. « Ayant moi-même fait une partie de mes études à l'Université de Cambridge sous la direction de Dan Gordon, professeur de physiologie du sport avec qui je continue de collaborer depuis mon retour en France, je souhaitais que l'un de mes étudiants de master puisse effectuer son stage de 2^e année là-bas pour préparer le concours d'allocation doctorale. J'ai donc postulé au BQI et obtenu une mobilité de trois semaines pour l'accompagner à Cambridge », explique-t-elle. Une première mobilité qui permet non seulement à ce doctorant d'obtenir son allocation mais également à Marie Gernigon et à Dan Gordon de renforcer leur collaboration sur le plan pédagogique et de donner naissance à de nombreux projets.

Deux écoles d'été en physiologie de l'exercice

Parmi les nombreux projets imaginés au cours des trois semaines passées par Marie Gernigon à Cambridge début 2020 - juste avant que la pandémie de Covid-19 et le confinement ne la contraignent à rentrer : deux écoles d'été en physiologie de l'exercice, co-organisées par l'Université Paris-Saclay, l'Université de Cambridge et l'Université fédérale brésilienne du Minas Gerais, ont vu le jour. La première édition organisée en distanciel en juillet 2020 rassemble 150 étudiantes et étudiants issus des trois universités partenaires, tandis que la seconde, organisée en juin 2021, réunit plus de 170 étudiants. « Nous souhaitons aujourd'hui relancer cette école d'été dont l'un des objectifs est de favoriser la mobilité étudiante », ajoute Marie Gernigon.

Chaque année, ce sont désormais 50 étudiantes et étudiants du master Vieillesse et handicap qui se rendent une semaine à Cambridge.

Voyage annuel à Cambridge pour 50 étudiantes et étudiants du master VHMA

« Lors de mon séjour à l'Université de Cambridge, j'ai également négocié avec les responsables locaux l'organisation de visites pédagogiques annuelles d'étudiantes et étudiants de l'Université Paris-Saclay », explique Marie Gernigon. Chaque année, ce sont désormais 50 étudiantes et étudiants du master Vieillesse et handicap : mouvement et adaptation (VHMA), spécialisés dans l'activité physique adaptée pour des populations à besoins spécifiques, qui se rendent une semaine à Cambridge. « Au cours de ce séjour, nous passons systématiquement par Stoke Mandeville, le berceau des Jeux paralympiques, pour visiter les installations. Lors de sessions qu'elles et ils animent, nos étudiantes et étudiants font par ailleurs découvrir à leurs homologues britanniques le champ de l'activité physique adaptée qui n'est pas du tout développé à l'Université de Cambridge », ajoute Marie Gernigon.

Une convention bilatérale entre l'Université de Cambridge et l'Université Paris-Saclay...

Toujours animée par l'envie de faciliter la mobilité de ses étudiantes et étudiants, Marie Gernigon demande et obtient en 2021 une seconde mobilité vers

l'Université de Cambridge grâce au BQI pour travailler sur un contrat bilatéral Erasmus entre cette université et l'Université Paris-Saclay. Objectif atteint avec la signature d'une convention bilatérale entre les deux universités, dont a déjà bénéficié l'un des étudiants de l'enseignante-chercheuse. « Ouvert aux étudiantes et étudiants de master et aux doctorantes et doctorants, nous espérons que cette convention facilitera la mobilité de nombreux autres élèves français et britanniques. »

... et de nombreux échanges

Autre résultat des fructueux échanges permis par ces mobilités : la dizaine d'heures d'enseignements dispensés chaque année par Dan Gordon aux étudiantes et étudiants du master Entraînement et optimisation de la performance sportive (EOPS). « En septembre 2023, il a d'ailleurs profité de son passage en France pour donner un séminaire sur le prix Nobel de médecine 1922, Archibald V. Hill, auquel ont assisté de très nombreuses étudiantes et étudiants de licence et de master de l'Université Paris-Saclay », complète Marie Gernigon. Une belle manière de poursuivre l'aventure en resserrant les liens.

La Graduate School Chimie lance sa microcertification axée sur le développement soutenable

Transmettre les pratiques de chimie soutenable

En 2024, la Graduate School Chimie s'est dotée d'un nouvel outil pour enseigner les pratiques d'une chimie plus respectueuse de l'environnement, notamment de chimie verte, à ses étudiantes et étudiants. La microcertification « Les enjeux d'une chimie soutenable » a pour but de transmettre des savoirs et des pratiques soutenables de recherche en parallèle des cursus de chimie de l'Université, discipline où la notion de soutenabilité est désormais essentielle.

Depuis janvier 2024, la Graduate School (GS) Chimie a lancé sa première microcertification digitale à destination de sa communauté étudiante. Intitulée « Les enjeux d'une chimie soutenable », cette certification digitale a pour objectif de présenter les bases du développement soutenable aux étudiantes et étudiants de chimie de l'Université Paris-Saclay, à travers une série de sept cours dispensés par des enseignantes et enseignants chimistes de l'Université et des intervenantes et intervenants issus du monde professionnel, tous au contact d'une chimie soutenable. Au terme de cette série de cours, les participantes et participants se verront remettre, à condition de réussir un examen en ligne, une microcertification digitale attestant de leurs connaissances nouvelles à valoriser sur leurs CV et diplômes. Outre cette plus-value ajoutée à leur formation, le but de ces cours est également de lancer une réflexion au sein de la communauté étudiante en chimie sur l'impact environnemental de leurs recherches, notamment avant de débiter une thèse.



Comprendre son impact, réfléchir à ses pratiques

↓ Selon la GS Chimie, environ 95 % des étudiantes et étudiants en chimie à l'Université Paris-Saclay n'ont aujourd'hui pas accès à une telle vision globale de la chimie soutenable. « La microcertification était en réflexion depuis plus d'un an. C'est une demande forte de notre communauté étudiante, à la suite de la journée scientifique de la GS Chimie de 2022, notamment ponctuée par une intervention de Valérie Masson-Delmotte, qui a été le théâtre de nombreuses interrogations quant à la formation au développement soutenable en chimie », précisent Laurent Salmon, responsable du master 2 Pollutions chimiques et gestion environnementale (PCGE) de la Faculté des sciences d'Orsay, et Rachel

Meallet-Renault, directrice adjointe de la GS Chimie. « Cette microcertification voit également le jour en parallèle des politiques nouvelles mises en place par l'Université pour développer une recherche soutenable. »

Outre cette plus-value ajoutée à leur formation, le but de ces cours est également de lancer une réflexion au sein de la communauté étudiante en chimie sur l'impact environnemental de leurs recherches, notamment avant de débiter une thèse.

Méallet-Renault, directrice adjointe de la GS Chimie. « Cette microcertification voit également le jour en parallèle des politiques nouvelles mises en place par l'Université pour développer une recherche soutenable. »

Principes d'éco-conception et de chimie biosourcée, gestion et recyclage des déchets chimiques, et réglementations et normes environnementales en chimie font partie des thématiques abordées durant les six modules du premier niveau de la microcertification. Un second niveau, à destination des doctorantes et doctorants, sera lancé en septembre 2024 et portera sur la recherche en laboratoire. « Nous ferons intervenir des chercheurs et chercheuses ayant déjà mis en place des stratégies de développement soutenable dans leurs

laboratoires et unités, ainsi que des personnes issues du monde industriel et porteurs d'initiatives similaire », détaille Laurent Salmon. « Si le premier niveau donne les bases pour comprendre l'impact environnemental de la chimie et les pratiques de développement soutenable à mettre en place, le second niveau apporte une dimension réflexive », ajoute Gwenaëlle Boujard, manager des formations au sein de la GS Chimie.

« Nous espérons que cette microcertification incitera des changements dans les laboratoires des étudiantes et étudiants reçus, et que de nouvelles microcertifications traitant du développement soutenable verront le jour à l'Université Paris-Saclay », conclut Laurent Salmon.



© Graduate School Chimie / Université Paris-Saclay

Ça bulle en thèse ?

Des planches de bandes dessinées consacrées aux sujets de thèse

Depuis 2021, plusieurs doctorantes et doctorants de l'Université Paris-Saclay exposent chaque année, sur deux planches de bande dessinée, leur sujet de recherche. Le projet *La recherche sort de sa bulle*, organisé par la Diagonale Paris-Saclay, propose à ces étudiantes et étudiants une série d'ateliers accompagnés par l'illustratrice Marine Spaak pour réaliser leur propre bande dessinée. Dans le cadre du label Science avec et pour la société (SAPS), les doctorantes et doctorants communiquent ainsi sur leur recherche en dehors du monde académique et auprès d'un large public.

« À quoi sert la recherche si elle ne quitte jamais les paillasses ? » C'est la question dont s'est emparée la Diagonale Paris-Saclay, la direction arts, culture, sciences et société de l'Université Paris-Saclay. Sa mission est de faire le lien entre les activités scientifiques et le reste de la société : elle s'engage à rendre la science accessible à tous et à toutes et par tous les moyens, notamment en exploitant les médias visuels. Outre la création de vidéos, podcasts et autres jeux de société, Charlène Corty, chargée de médiation scientifique au sein de la Diagonale, organise depuis deux ans les ateliers *La recherche sort de sa bulle*.

Ce programme de l'Université reprend le modèle de *Sciences en bulle*, une initiative du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MESR) qui sélectionne tous les ans dix doctorantes et doctorants français. Ces dix lauréates et lauréats se voient ensuite proposer d'écrire une bande dessinée (BD) sur leur sujet de thèse. Seulement, « chaque année, nous avons plusieurs personnes intéressées » sur l'ensemble du campus de l'Université Paris-Saclay, remarque Charlène Corty. Depuis deux ans, l'Université propose donc à ses doctorantes et doctorants un cycle de formations sur l'écriture de BD. Au sein de ces ateliers, financés par le label SAPS du MESR, les doctorantes et doctorants intéressés ont pour objectif de créer deux planches de BD donnant à voir leur sujet de recherche. Accompagnés par l'illustratrice Marine Spaak, les étudiants élaborent un *story board* : un document rassemblant le texte, le découpage et les idées visuelles de la bande dessinée. L'illustratrice finalise ensuite les dessins et la colorisation.

Une formation pour doctorantes et doctorants

Au cours des quatre ateliers de formation, les étudiantes et étudiants élaborent eux-mêmes leur *story board*. Elles et ils procèdent par étape et font face à plusieurs défis. La première difficulté est liée à la contrainte de place : « deux fois six cases de BD, ça ne fait pas beaucoup », commente Kévin qui a participé à l'édition 2022. Il faut donc choisir les messages à faire passer, les hiérarchiser et éventuellement sacrifier les moins importants au bénéfice de la clarté.

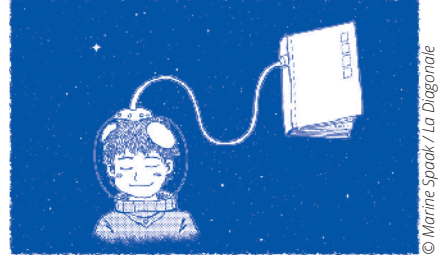
Cette première partie écrite précède celle réservée aux spécificités de la BD, incluant notamment le bon découpage du propos et du message attribué à chaque case. Enfin, la dernière étape est visuelle et centrée sur l'esquisse des premiers

dessins. Pour Alice, autre participante de l'édition 2022, l'enjeu est alors « d'imager sa thèse. Mettre de l'humour, ce n'est pas évident ».

D'après la doctorante, l'apport d'un regard extérieur durant les ateliers en groupe, des autres doctorantes et doctorants comme des encadrants ne travaillant pas dans la recherche, est précieux. « Elles et ils nous font des retours auxquels on ne s'attend pas du tout mais qui aident vraiment », souligne Alice.

La BD comme moyen privilégié de diffuser l'information scientifique

Cette expérience d'écriture de bande dessinée pour les doctorantes et doctorants est un pas en avant vers une meilleure capacité de vulgarisation



© Marine Spaak / La Diagonale

scientifique. Celle-ci peut se conjuguer avec d'autres programmes portés par l'Université ou le MESR, comme Ma thèse en 180 secondes ou l'annuelle Fête de la science. La force de la bande dessinée est de concentrer beaucoup d'informations, en jouant à la fois sur le texte et le dessin. « En bande dessinée, il est possible de raconter beaucoup de choses en une seule case », note Alice. Par ailleurs, les médias visuels sont souvent considérés comme plus accessibles par le grand public et participent à démystifier la recherche. « Mes proches m'ont fait remarquer qu'il était plus facile de comprendre mes recherches grâce à la BD », relate Kévin.

<http://www.sciencesociete.universite-paris-saclay.fr/decouvrir/la-recherche-sort-de-sa-bulle/>

CROISIÈRE EN MER D'ARABIE

Saviez-vous que les forêts ne sont pas le seul poumon de la planète ?

Les plantes marines font près de la moitié du travail via la fameuse photosynthèse !

À leur mort, ces minuscules organismes tombent au fond de l'océan

IL VA NOUS MANQUER...
IL CAPTAIT SI BIEN LE CO₂...
IL AVA CONTRIBUÉ AU STOCKAGE DURABLE DU CARBONE DANS LES SÉDIMENTS.

MÉMOIRE DU PASSÉ

Alors moi je cherche à comprendre ce qui fait varier la productivité primaire depuis 25 000 ans, dans une zone particulière

RÉGIONS DÉSERTIQUES
IRAN
PAKISTAN
OMAN
SOMALIE
MER D'ARABIE
PHYTOPLANCTON ++ !!

Les phytoplanctons produisent des molécules organiques à partir de la matière minérale

UNE PHYTOBURGER
UN NUTRIBURGER POUR LE PHYTO !
N'OUBIEZ PAS LES NUTRIMENTS

C'est la productivité primaire !

Et avec le réchauffement climatique actuel, comprendre les analogies du passé...

J'AI CONNU ÇA AUSSI LE RÉCHAUFFEMENT... IL Y A 1000 ANS !
ET MÊME UNE PÉRIODE BEAUCOUP PLUS FROIDE IL Y A 20000 ANS...
CETTE FOIS C'EST DIFFÉRENT ! C'EST TROP RAPIDE, PAS LE TEMPS DE S'ADAPTER !

... Peut nous aider à anticiper le futur

Le phytoplancton de la mer d'Arabie a plusieurs sources potentielles de nutriments

POUSSIERES MINÉRALES ÉNERGISANTES
MÉLANGE DE EAUX MINÉRALES
EAUX PROFONDES / BOOST D'ÉTÉ

Moi je cherche à comprendre le rôle d'une de ces sources : les poussières minérales

Thèse conduite et adaptée en BD par Alice KARSENTI | Co-scénarisation et illustration : Marine SPAAK
© Marine Spaak / La Diagonale

Allier design et médiation scientifique

L'exemple de *La physique autrement*

Depuis plus de dix ans, l'équipe de recherche *La physique autrement* marie design et médiation scientifique pour créer, présenter et étudier des dispositifs originaux de partage de connaissances. Portrait d'un projet singulier au sein de l'Université Paris-Saclay.



© *La physique autrement*

C'est en 2013 que Julien Bobroff et Frédéric Bouquet, physiciens et spécialistes du quantique au sein du Laboratoire de physique des solides (LPS - Univ. Paris-Saclay, CNRS), décident de créer *La physique autrement*, une équipe de recherche portée par une chaire du même nom au sein de l'Université Paris-Saclay. L'ambition de cette équipe est simple : associer création, design et médiation scientifique dans le but de réaliser des dispositifs toujours plus originaux. Ces dispositifs vont de l'élaboration de conférences, posters et vidéos « classiques » à la création du « musée d'un mètre carré », du « livre le plus froid du monde » ou plus récemment d'une exposition sur la physique quantique sous la forme d'un sentier de grande randonnée (GR). Pour concevoir ces curieux projets, les deux physiciens s'entourent de designers, qu'elles ou ils soient étudiantes et étudiants en école d'art et de design, prestataires ou membres de l'équipe durant une résidence. En 2020, la designer Lou-Andréas Étienne rejoint l'équipe dans le but de mener à bien la création des projets. Ces objets de médiation deviennent ensuite le sujet d'études de sociologie et de sciences humaines ; à ce jour, plus d'une trentaine d'articles issus des expériences de *La physique autrement* ont été l'objet de publications dans des revues et journaux scientifiques, ou de présentations en congrès et conférences scientifiques. « Nous créons des projets innovants, nous les testons sur un public et nous essayons de mener des recherches sur cette interaction, avant d'ensuite diffuser plus largement, en France et à l'international, nos créations », détaille Julien Bobroff. Notre but est de chercher à comprendre, par exemple lorsque nous mettons en place un enseignement innovant, ce qui s'y joue d'original. »

Le décalage comme maître mot

Contrairement à des projets de médiation plus « classiques » où le format, la cible et les sujets abordés sont préétablis, l'équipe de *La physique autrement* s'autorise une liberté créative totale lors

de la confection d'un projet. Le groupe, composé de six à huit personnes, se renouvelle très fréquemment en raison des contrats proposés. Et avec ce renouvellement permanent s'ajoutent de nouvelles approches pour vulgariser la science. « Grâce à des workshops organisés dans les écoles de design voisines, comme L'École nationale supérieure de création industrielle (ENSCI), l'école Boule ou l'école Estienne, nous recevons des candidatures de stages d'étudiantes et d'étudiants de toutes spécialités : le son, le textile, le graphisme, l'illustration, l'objet, etc. Nous recrutons ensuite des profils aux compétences intéressantes, sur des supports que nous n'avons pas encore utilisés, par exemple. Et c'est suite à ces recrutements que nous débutons la recherche du nouveau projet », explique Julien Bobroff. « C'est là tout l'intérêt de travailler avec des designers, selon moi, abonde Lou-Andréas Étienne. Nous sommes constamment à la recherche de personnes capables de nous "décaler", d'étendre nos horizons. Cela serait impossible si nous arrivions avec une proposition de stage ou de résidence comprenant un projet déjà établi et un cahier des charges. » Anaïs Vergnolle, responsable du service Communication, médiation et patrimoine scientifique (COMPAS) de l'Université Paris-Saclay, participe activement à l'aventure *La physique autrement* et confirme les avantages de cette approche : « C'est cette phase de tests très longue, au cours de laquelle toute l'équipe se réunit pour penser le prochain projet, qui est particulièrement intéressante. »

Outre la physique quantique, s'il y a une idée sur laquelle reposent les projets menés par l'équipe de *La physique autrement*, c'est celle du décalage. Chaque conférence, chaque exposition aborde une thématique scientifique d'une manière originale et inattendue. C'est le cas par exemple du GR Quantique, une exposition programmée au Lumen de l'Université Paris-Saclay à l'automne 2023, qui a présenté la physique quantique sous la forme d'un parcours de randonnée suivant l'histoire de cette discipline. « Ce qui m'a

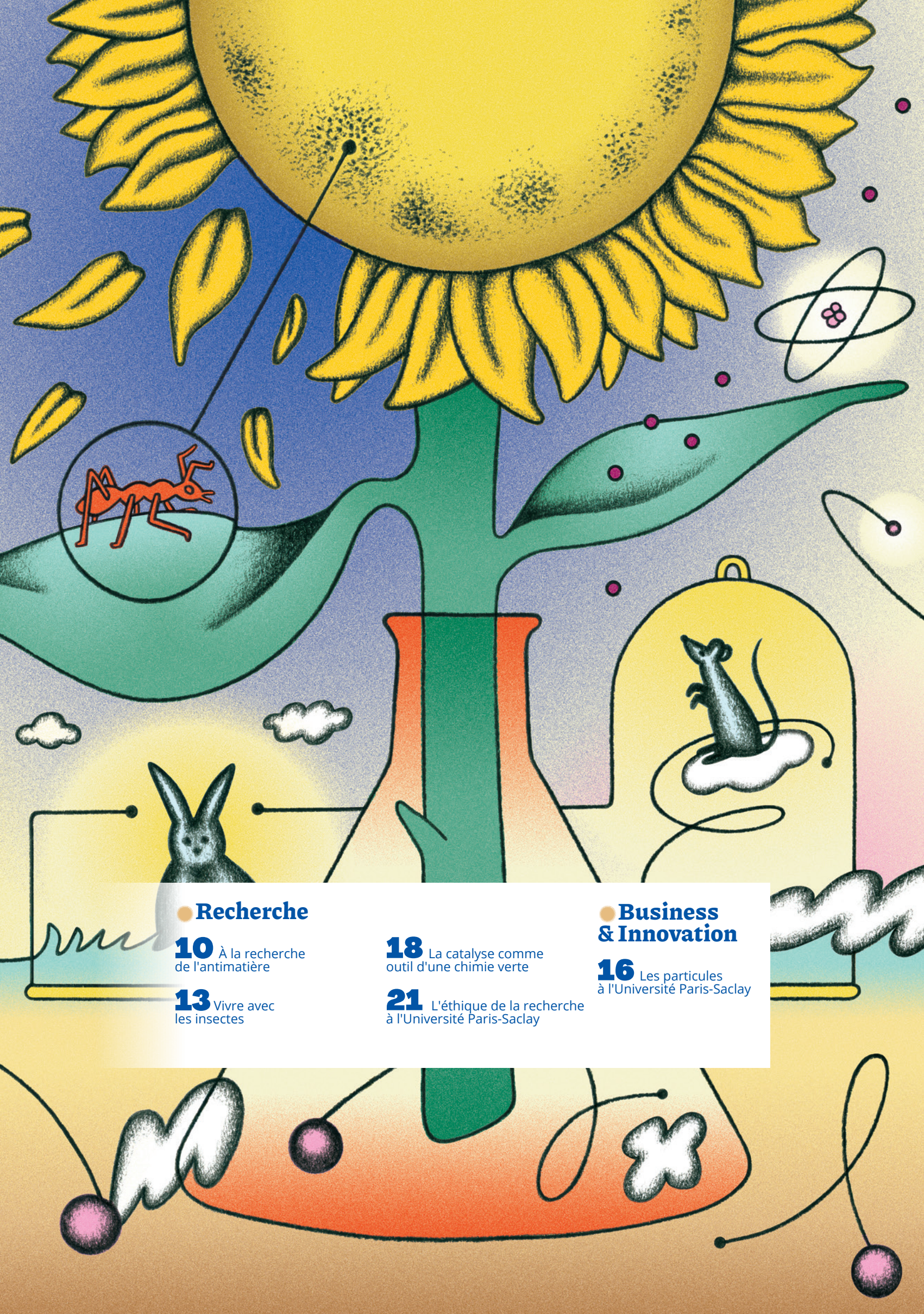
particulièrement plu au cours de ce projet, c'est le contraste entre le sujet complexe, presque prétentieux, qu'est la physique quantique et des actions ou portes d'entrée très simples », détaille Lou-Andréas Étienne, superviseuse du GR Quantique. « Nous avons l'envie de faire une exposition depuis longtemps, et nous avons plusieurs projets dans nos armoires qui s'y prêtent. Mais généralement, nous partons d'une page blanche. Nous avons choisi cette scénographie particulière, après plusieurs tests dans nos locaux, et nous l'avons construite entièrement nous-mêmes, à partir de matériaux recyclés » complète la designer.

Quel avenir pour *La physique autrement* ?

À l'exception d'une poignée d'entre eux, les plus de 300 projets menés par l'équipe de *La physique autrement* ont été tournés vers la physique, en particulier la physique quantique, discipline de prédilection de Julien Bobroff et Frédéric Bouquet, agissant tous les deux en tant que caution scientifique au sein du groupe. En effet, les deux chercheurs pratiquent et enseignent la physique au sein du LPS depuis plus de vingt ans. Est-il alors envisageable de voir un jour des thématiques autres que la physique être portées par *La physique autrement* ? Oui et non, tempère Julien Bobroff : « Il y aurait un vrai enjeu à s'ouvrir à d'autres disciplines, comme la chimie par exemple. En revanche, il ne faut pas que nous perdions notre identité et notre caution scientifique, basée sur notre expertise en physique ». Pour la mini-série *Sciences dessus-dessous*, publiée sur TikTok, Instagram et YouTube en 2023, l'équipe de *La physique autrement* est par exemple allée à la rencontre des chercheurs et chercheuses de toutes disciplines de l'Université Paris-Saclay, pour partager leur quotidien et leurs pensées. « L'Université Paris-Saclay nous offre de la liberté et un grand terrain d'exploration », complète le physicien.

Actuellement, deux projets phare rythment le quotidien de *La physique autrement*. Dans les prochaines semaines, l'équipe va notamment partager l'exposé le plus petit du monde « qui tient dans une boîte d'allumettes », précise Julien Bobroff. Le premier exposé a eu lieu le 29 février 2024 au LPS. D'autres thématiques, comme le sport, et d'autres formats, comme les podcasts ou les émissions en direct depuis les réseaux sociaux, sont à l'étude. En suivant une constante depuis sa création, *La physique autrement* sera à nouveau en 2024 à l'origine d'une variété immense d'activités de médiation scientifique.

www.vulgarisation.fr



● **Recherche**

10 À la recherche de l'antimatière

13 Vivre avec les insectes

18 La catalyse comme outil d'une chimie verte

21 L'éthique de la recherche à l'Université Paris-Saclay

● **Business & Innovation**

16 Les particules à l'Université Paris-Saclay

À la recherche de l'antimatière

Bientôt un siècle de recherches

L'antimatière. Ce terme mystérieux, derrière lequel se cache un concept physique apparu au début du XX^e siècle, a inspiré nombre d'auteurs de science-fiction et nourri leurs fantasmes littéraires les plus fous : carburant de vaisseaux spatiaux pour certains, délire de pouvoir ou arme de destruction massive pour d'autres. Mais d'un point de vue scientifique, en quoi consiste l'antimatière et d'où vient-elle ? Les scientifiques s'attachent à répondre à ces questions par le biais de recherches menées dans de grands accélérateurs à particules et à revenir aux premiers instants du Big Bang. Particules créées lorsque l'on transforme de l'énergie en matière, l'antimatière s'avère aussi être le complément de la matière nécessaire à la création du vide.

Mots-clefs

- Matière
-
- Antimatière
-
- GBAR
-
- LHCb
-
- Symétrie CP

Pour retracer l'histoire de l'antimatière et de ses balbutiements, il faut remonter à près d'un siècle, en 1928, lorsque Paul Dirac, physicien britannique et lauréat du prix Nobel de physique en 1933, souhaite intégrer les principes de la théorie de la relativité restreinte, élaborés par Albert Einstein, à la physique quantique. Introduisant la notion d'espace-temps, le lien entre l'énergie et la masse d'un objet, et la vitesse de lumière dans le vide comme grandeur invariante, la relativité restreinte et la relativité générale, centrée sur la gravitation, décrivent sous la forme d'équations le comportement de la matière et de ses objets à l'échelle de l'infiniment grand.

Mais en appliquant ces formules mathématiques à l'échelle de l'infiniment petit, Paul Dirac obtient deux solutions à ses équations. Si la première solution est connue et correspond à l'électron, cette particule chargée négativement, plus petite que l'atome dont elle est un des constituants avec les protons et les neutrons, et dont l'existence a été postulée en 1897 par le physicien britannique Sir Joseph John Thomson puis confirmée en 1911 par Ernest Rutherford, ce n'est pas le cas de la seconde solution. La particule qui doit lui être associée possède la même masse que l'électron, le même spin, mais est de charge opposée. Le physicien introduit alors la notion théorique d'antiélectron. Quatre années plus tard, Carl David Anderson observe pour la première fois cette fameuse antiparticule dans ses chambres à brouillard et la nomme positon. L'antimatière n'est plus une lubie de théoricien, elle existe pour de vrai.

Depuis, l'antimatière a continué à être étudiée et d'autres antiparticules ont été produites expérimentalement, comme des antiprotons. Finalement, pour chaque particule de matière, il existe une antiparticule partenaire, de masse et de spin identiques mais de nombres quantiques, entre autres de charge électrique, opposés.

De la même manière, un antiatome est un atome formé d'antiparticules élémentaires : son noyau contient des antiprotons et des antineutrons autour duquel gravitent des positons. C'est le cas par exemple de l'antihydrogène formé d'un antiproton et d'un positon. Il existe cependant une exception, le photon. Ce quantum d'énergie associé à la lumière est le seul à être à la fois une particule élémentaire et son antiparticule.

Le complément de la matière pour faire du vide

Mais le plus original reste à venir. Lorsqu'une particule entre en contact avec son antiparticule, il se produit une réaction d'annihilation : les deux particules disparaissent et de l'énergie est alors produite. Il est facile de calculer la valeur de cette énergie grâce à la relation bien connue d'Albert Einstein : $E = mc^2$, où « E » est l'énergie, « m » la masse de la particule et « c » la vitesse de la lumière dans le vide. Cette réaction est toutefois réversible : il est possible de produire de la matière à partir de l'énergie seule. On obtient alors inévitablement un couple particule-antiparticule. Les scientifiques pensent d'ailleurs que c'est ce phénomène qui s'est produit lors du Big Bang ; l'immense quantité d'énergie libérée aurait créé autant de matière que d'antimatière. Pour autant, deux questions majeures demeurent : où se trouve désormais l'antimatière créée puisque l'Univers est essentiellement constitué de matière, et pourquoi matière et antimatière ne se sont-elles pas annihilées juste après leur création ? Car, à l'exception de quelques positons produits naturellement par les rayons cosmiques, on n'a, jusqu'ici, jamais réussi à observer de l'antimatière naturelle dans l'Univers.

Où se cache l'antimatière ?

Actuellement, les scientifiques se penchent sur deux hypothèses susceptibles d'expliquer cette disparition de

l'antimatière. La première imagine l'émergence d'une asymétrie initiale au moment du Big Bang, résultant en un excès de matière. Ainsi, la totalité de l'antimatière, minoritaire, aurait été annihilée avec une grande majorité de la matière, ne laissant dans l'Univers que l'excès de cette dernière. Pourtant, la très grande quantité de matière encore présente dans l'Univers rend cette hypothèse difficile à corroborer en l'état des connaissances scientifiques actuelles, qui ne permettent pas de comprendre l'origine d'une asymétrie initiale de cette ampleur.

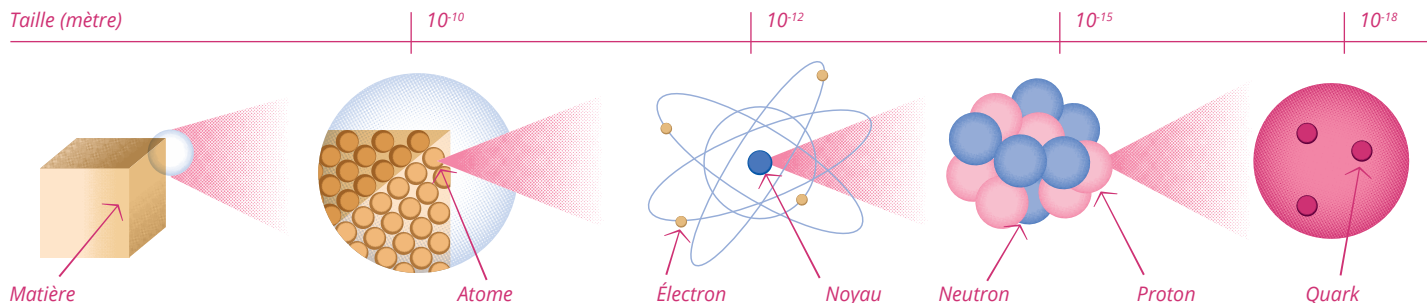
La seconde hypothèse envisagée est celle d'une possible répulsion entre matière et antimatière. Cette répulsion aurait conduit à créer deux zones distinctes dans l'Univers, l'une faite de matière et l'autre d'antimatière. Mais si tel avait été le cas, il existerait quelque part dans l'Univers une frontière entre ces deux zones, où particules et antiparticules entreraient en contact. Et à cet endroit, leur annihilation devrait produire un rayonnement bien spécifique, détectable par les outils et les équipements dont disposent aujourd'hui les scientifiques. Or, pour l'heure, aucun d'entre eux n'est parvenu à observer un tel rayonnement dans l'Univers.

Comment produire et étudier l'antimatière ?

Afin de confronter ces deux hypothèses, les physiciens et physiciennes étudient les différences de comportement qui existent entre matière et antimatière. Ce qui implique de réussir à produire, au préalable, de l'antimatière. C'est dans de très puissants accélérateurs de particules que cela se fait. En Europe, ces expériences s'opèrent principalement au CERN (à l'origine Conseil européen pour la recherche nucléaire, actuellement Laboratoire européen pour la physique des particules), à la frontière franco-suisse.

Plus grand centre de physique des particules du monde, le CERN possède un Grand collisionneur de hadrons ou LHC (*Large Hadron Collider*), de 27 km de circonférence. Dans ce gigantesque accélérateur de particules, où règne un vide très poussé semblable au vide intersidéral, un réseau colossal d'électroaimants supraconducteurs guide des protons à une vitesse proche de celle de la lumière.

LES DIFFÉRENTS CONSTITUANTS DE LA MATIÈRE



Certains protons tournent dans un sens, d'autres dans le sens opposé. Ces deux groupes de protons entrent alors en collision au niveau de quatre points de contacts, tous équipés de détecteurs de pointe. Comme le souligne Marie-Hélène Schune, directrice de recherche au Laboratoire de physique des 2 infinis - Irène Joliot-Curie (IJCLab - Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Paris Cité) et particulièrement impliquée dans les expériences menées au LHC, « *au moment de la collision, il faut considérer les protons comme des réservoirs d'énergie* ». En effet, un faisceau de protons lancés à cette vitesse emmagasine une énergie de 360 MJ, ce qui équivaut à celle d'un TGV à 150 km/h, alors qu'un tel faisceau ne représente qu'un millionième de gramme de matière. Des antiparticules, plus instables, sont produites localement aux points de collision et, du fait de leur instabilité, étudiées directement par les détecteurs présents autour du LHC. Une partie des protons produits dans le pré-accelérateur n'est pas envoyée dans le LHC, mais sur une cible où elle engendre une énergie suffisante à la création de couples matière/antimatière. Les antiprotons créés sont ensuite redirigés vers l'antiproton decelerator (AD), où de puissants aimants commencent à les ralentir avant qu'ils n'entrent dans l'anneau ELENA (*Extremely Low Energy Antiproton*) de 10 m de diamètre, qui contribue encore à leur décélération. Les antiprotons ainsi produits et ralentis sont plus faciles à manipuler et à analyser. L'installation les distribue aux différentes équipes de recherche qui les étudient ou les utilisent pour produire des atomes d'antihydrogène.

Explications

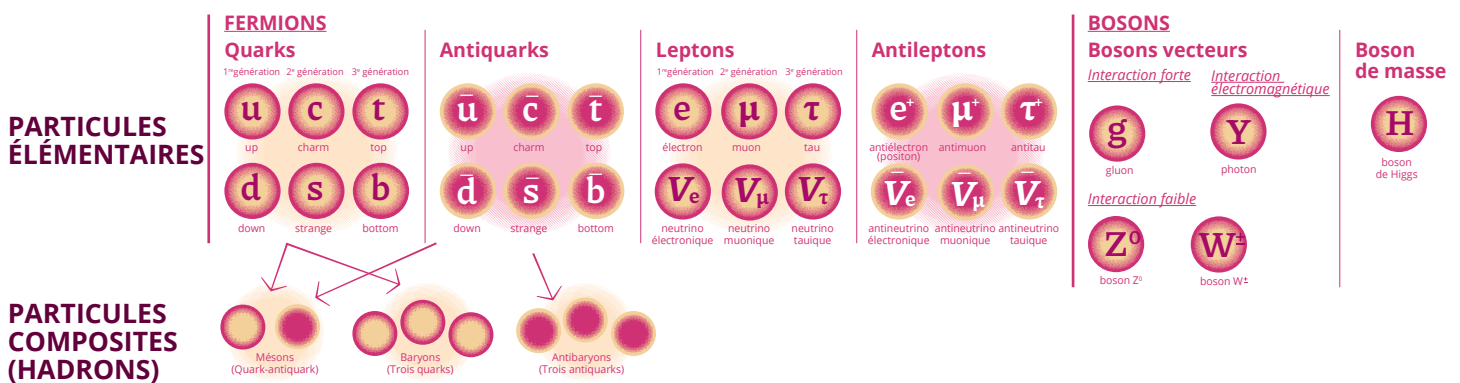
Le modèle standard de la physique des particules

Le modèle standard de la physique des particules est une théorie, élaborée dans la seconde partie du XX^e siècle par les physiciennes et physiciens du monde entier, qui décrit l'organisation de la matière à l'échelle de l'infiniment petit et explicite l'origine des phénomènes observés à cette échelle. Cette théorie, progressivement confirmée par des expériences et mise à jour, introduit l'existence de particules élémentaires de deux types, les fermions et les bosons. Toutes ces particules se caractérisent par une masse (en électronvolt/c² ou eV/c²), un spin (moment cinétique) et parfois une couleur particulière, qui n'a de couleur que le nom, et une charge électrique (positive ou négative).

Les fermions regroupent les particules élémentaires de la matière. Ils se répartissent en deux groupes, les quarks et les leptons, qui chacun comporte six représentants, regroupés par paire ou génération. La première génération de fermions renferme les particules les plus légères et stables qui forment la matière ordinaire. Les deuxième et troisième générations contiennent les particules plus lourdes et instables, qui se désintègrent rapidement en particules de première génération. Les quarks n'existent pas de façon isolée mais se regroupent pour former des particules composites, les hadrons. Rassemblés en trios spécifiques, les quarks constituent les baryons, dans lesquels on retrouve par

exemple le proton et le neutron. Des duos quark/antiquark particuliers donnent de leur côté les mésons, comme le pion ou le kaon.

Les bosons, eux, sont des particules élémentaires qui produisent des effets sur les particules de matière. On distingue deux types de bosons : des bosons vecteurs d'interaction et un boson de masse. Les bosons vecteurs véhiculent trois des quatre interactions (ou forces) fondamentales entre particules : forte, faible et électromagnétique. La quatrième interaction fondamentale, gravitationnelle, ne trouve pas d'explication via le modèle standard, mais est négligeable à l'échelle des particules élémentaires, leur masse étant très faible. Les gluons portent l'interaction forte, qui dépend de la couleur des particules, et se retrouvent à l'intérieur des hadrons pour maintenir les quarks et antiquarks ensemble. Le photon est le vecteur de l'interaction électromagnétique, qui dépend de la charge électrique des particules et permet de lier les électrons (négatifs) à un noyau formé de protons (positifs) et de neutrons (neutres) pour former des atomes. Les bosons Z et W véhiculent l'interaction faible, responsable de la désintégration radioactive des noyaux atomiques. Le boson de Higgs, dont l'existence a été confirmée il y a un peu plus d'une décennie, confère, lui, une masse aux deux précédents bosons ainsi qu'aux fermions.



Antimatière

Est-ce qu'elle tombe ?

Dans le cadre de l'expérience *Gravitational Behaviour of Antihydrogen at Rest* (GBAR), réalisée au CERN et à laquelle collaborent Yves Sacquin et une équipe du Département de physique des particules (DPhP - Univ. Paris-Saclay, CEA), les scientifiques cherchent à découvrir si la gravité comporte le même effet sur la matière que sur l'antimatière ; autrement dit, matière et antimatière « tombent-elles » de la même manière ? Car en cas de gravité inversée, c'est-à-dire si les antiparticules « tombaient » vers le haut, cela laisserait penser que matière et antimatière se seraient repoussées lors du Big Bang, évitant ainsi une annihilation totale.

L'expérience GBAR menée au CERN ambitionne d'observer et d'étudier la chute d'atomes d'antihydrogène soumis à la force gravitationnelle dans le vide, un atome d'hydrogène étant composé d'un antiproton et d'un positon. La production de ces antiatomes se fait en plusieurs étapes. Les antiprotons sont générés dans les grands accélérateurs de particules du Centre et sont ralentis par l'installation ELENA, tandis que les positons sont

produits par l'impact d'un flux d'électrons sur une cible en tungstène, un métal très dur et dense. À partir des positons formés, les scientifiques produisent des atomes de positonium, un état lié et très instable constitué d'un électron et d'un positon. Les positoniums sont issus d'un flux de positons dirigé sur un convertisseur positon/positonium, ici une fine membrane de silice mésoporeuse, donnant naissance à un nuage de positoniums. Au CERN, les

antiprotons sont acheminés dans cette chambre où ils entrent en collision avec un positonium dont le positon se met à graviter autour de l'antiproton : on obtient alors des atomes d'antihydrogène. Cependant, la force de gravitation exercée sur ces atomes très légers est trop faible par rapport à leur énergie cinétique pour les voir tomber directement. Il faut les ralentir, ce qui constitue un vrai défi.

Produire des anti-ions d'hydrogène

Pour cela, les scientifiques de l'expérience GBAR prévoient de produire des atomes d'antihydrogène ionisés, c'est-à-dire des anti-ions comportant un antiproton accompagné de deux positons, notés \bar{H}^+ (prononcer « H barre plus », la barre étant le signe de l'antimatière en physique des particules). Étant chargés positivement, ces anti-ions \bar{H}^+ sont plus faciles à manipuler et à refroidir grâce à des lasers

et des cristaux d'ions Be⁺, jusqu'à atteindre des températures inférieures au kelvin. Après les avoir refroidis dans un champ de lasers, les scientifiques les capturent dans un second piège. Les anti-ions \bar{H}^+ y sont maintenus immobiles, puis, en leur retirant un positon à l'aide d'un laser, on obtient des atomes d'antihydrogène quasiment sans énergie cinétique. N'étant plus ionisés, ces antiatomes ne sont plus retenus par le piège et subissent la gravité. Des détecteurs enregistrent alors leur annihilation à la fin de leur chute. En mesurant leur temps de chute et le lieu de leur impact, les scientifiques espèrent déterminer l'effet de l'interaction gravitationnelle sur l'antimatière.

Une première idée de la chute

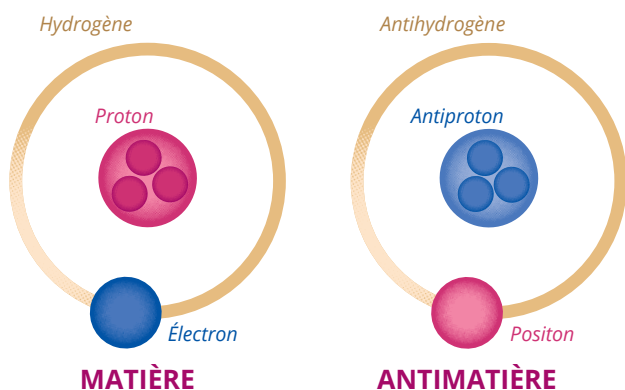
Bien que GBAR n'ait pas encore apporté de réponse à la question de la chute de l'antimatière, ALPHA, une autre expérience menée au CERN, offre déjà de premiers résultats encourageants : d'après elle, les antiatomes d'hydrogène tombent bien vers le bas. Mais même si l'on sait que la gravité n'est pas inversée pour l'antimatière, ses effets ne sont pas précisément connus pour autant. En effet, les atomes d'antihydrogène utilisés pour l'expérience ALPHA ne sont pas suffisamment refroidis et ne permettent pas de s'assurer que les effets de la gravité soient identiques sur la matière et l'antimatière. Or, observer une telle différence démontrerait l'inexactitude du principe d'équivalence d'Einstein, qui stipule que la force gravitationnelle agit sur des objets indépendamment de leur composition et de leur structure interne. Pour l'heure, les scientifiques de GBAR poursuivent leurs efforts, espérant un jour découvrir d'éventuels comportements différents entre matière et antimatière.

Publications

M. Charlton *et al.*, Positron production using a 9 MeV electron linac for the GBAR experiment, *Nuclear Inst. And Methods in Physics Research*, 985, 164657 (2021).

P. Adrich *et al.*, Production of antihydrogen atoms by 6 keV antiprotons through a positronium cloud, *Eur. Phys. J. C*, 53, 1004 (2023).

COMPOSITION DE L'ATOME D'HYDROGÈNE ET DE L'ANTIATOME D'HYDROGÈNE



Pour l'heure, si les scientifiques de GBAR ne sont pas encore parvenus à produire des anti-ions \bar{H}^+ , ils ont développé une technique générant un flux intense de positons, et ont produit leurs premiers atomes d'antihydrogène, étape nécessaire à la formation des \bar{H}^+ mais aussi à d'autres applications. C'est d'ailleurs sur cette technique innovante que repose la start-up Posithôt, issue du Département de physique des particules (DPhP – Univ. Paris-Saclay, CEA). L'entreprise propose des contrôles qualité de matériaux par un flux de positons (voir rubrique *Business & Innovation de ce numéro*).

Matière et antimatière Existe-t-il une asymétrie ?

Et si l'asymétrie entre matière et antimatière observée dans l'Univers venait du moment même de leur création ? C'est ce à quoi Marie-Hélène Schune et son équipe du Laboratoire de physique des 2 infinis - Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Paris Cité) tentent de répondre dans le cadre de la collaboration LHCb (*Large Hadron Collider beauty*) menée au CERN. Cette expérience s'intéresse aux potentielles différences de comportement entre matière et antimatière, et plus spécifiquement à un phénomène nommé violation de la symétrie CP sur un quark b (dit beau).

La symétrie CP est un principe double selon lequel on obtiendrait les mêmes résultats entre une expérience réalisée avec des particules de matière et son expérience miroir, réalisée avec les antiparticules d'antimatière correspondantes. La symétrie C correspond à une inversion de charge électrostatique et des autres nombres quantiques, comme la couleur, de la particule. La symétrie P, dite de parité, agit sur la configuration de la particule, comme un miroir où la gauche deviendrait la droite. Si l'on n'observe aucune différence de comportement entre matière et antimatière, on dit que la symétrie CP est conservée. Dans le cas contraire, on dit qu'il y a violation de la symétrie CP.

En l'état actuel des connaissances, il semble y avoir une conservation des interactions forte et électromagnétique sous transformation CP. En revanche, cela ne paraît pas être le cas pour l'interaction faible.

Suivre la désintégration du beau grâce à LHCb

Pour confirmer cela, l'expérience LHCb, menée dans le grand accélérateur de particules LHC du CERN, étudie la

violation de la symétrie CP par l'interaction faible dans le cadre de la désintégration de hadrons, des particules composites composées de quarks. Celles qui intéressent le plus les scientifiques contiennent un quark b (dit beau), pour lesquelles, selon la théorie, la violation de symétrie CP serait la plus visible.

C'est au niveau du détecteur LHCb que des protons lancés quasiment à la vitesse de la lumière entrent en collision. De cette collision et de l'énergie libérée résultent notamment des paires de hadrons B⁺ et B⁻. B⁺ est constitué d'un antiquark b et d'un quark u, tandis que B⁻ regroupe un quark b et un antiquark u. Ces hadrons sont particulièrement instables. « En 10⁻¹² secondes, ils se désintègrent et donnent naissance à d'autres particules qui, elles, sont stables », explique Marie-Hélène Schune. Ces particules plus stables sont alors perçues par le détecteur LHCb et leur quantité mesurée très précisément.

Formées à partir d'énergie, les particules B⁺ et les antiparticules B⁻ doivent logiquement être présentes en quantité égale. Or, dans le cas d'une non-violation de la symétrie CP par l'interaction faible, c'est-à-dire si matière et antimatière se

comportent de la même manière, les produits de la désintégration de B⁺ et B⁻ doivent également être détectés en quantité égale. Pourtant, en 2021, les scientifiques observent une différence significative de plus de 13 % entre les deux produits de la réaction de désintégration, ce qui représente une preuve matérielle de la violation de symétrie CP. La chercheuse de l'IJCLab le confirme : « *le fait que la symétrie CP soit violée par l'interaction faible veut dire qu'il existe une différence de comportement entre matière et antimatière* ». Depuis le début de la prise de données par l'expérience LHCb, plus de 70 articles scientifiques portant sur la mesure de la violation de CP sont sortis.

Si ces résultats mettent en lumière une différence de comportement entre matière et antimatière, il reste encore, pour les scientifiques, à étudier d'où elle provient et si d'autres violations leur ont échappé jusqu'ici. De nouvelles recherches ont d'ores et déjà démarré...

Publications

The LHCb collaboration, R. Aaij *et al.* Measurement of CP observables in B⁺ → D⁰K⁺ and B⁻ → D⁰π⁻ decays using two-body D final states, *JHEP* 04, 81 (2021).

Vivre avec les insectes

Regards croisés

Fascinants et délicieux pour certains et certains, parasites pour d'autres, les insectes constituent un sujet d'étude aux multiples facettes. Des chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay dévoilent leurs différentes approches sur cette thématique.

Mots-clefs

- Insectes
-
- Fourmilions
-
- Parasites
-
- Punaises de lit
-
- Entomophagie

Avec plus d'un million d'espèces déjà décrites et environ 10 000 nouvelles espèces inventoriées chaque année, les insectes constituent l'un des groupes les plus complexes et diversifiés du monde animal. Beaucoup de zones d'ombre résident cependant au sein de ce groupe majeur, constituant un formidable terrain d'étude transdisciplinaire.

Retracer la ligne évolutive des fourmilions

La biogéographie historique est la discipline qui étudie la répartition des espèces et son évolution dans le temps. Bruno Le Ru, chercheur au laboratoire Évolution, génomes, comportement et écologie (EGCE - Univ. Paris-Saclay, CNRS, IRD), dédie sa dernière étude biogéographique à la famille des fourmilions (*Myrmeleontidae*), et plus particulièrement aux clades *Palparini* et *Palparidiini*. Pour rappel, un clade est un groupe d'êtres vivants contenant à la fois un ancêtre commun et tous ses descendants. L'histoire évolutive des clades *Palparini* et *Palparidiini*, ces insectes connus pour leurs ailes de grande taille et leurs couleurs remarquables, est encore aujourd'hui opaque. Aucune classification consensuelle de ce groupe n'a encore pu être établie, malgré les différentes études déjà publiées sur cette question.

Grâce à des analyses de datation et à l'étude phylogénétique du plus large échantillon de fourmilions testé à ce jour, Bruno Le Ru et son équipe proposent un nouvel arbre phylogénétique daté pour les clades *Palparini* et *Palparidiini*, ainsi qu'un

nouvel ancêtre commun aux deux groupes, qui serait apparu il y a 92 millions d'années, pendant la période du Crétacé. Ces nouvelles données ont par la suite servi de référence pour des analyses de datation moléculaire et de biogéographie historique plus poussées. L'objectif : tenter de comprendre l'histoire évolutive et les déplacements de populations des deux clades au cours du temps.

Selon l'étude, les résultats « plaident fortement en faveur d'une origine des fourmilions en Afrique australe », relate Bruno Le Ru. Une origine par ailleurs estimée à 108 millions d'années. De plus, ces résultats suggèrent que de multiples dispersions vers le Nord auraient eu lieu depuis cette région, avec des sorties d'Afrique du Sud à partir de 75 millions d'années. Aujourd'hui, le groupe se répartit uniquement dans la partie occidentale de l'hémisphère oriental, aux climats et végétations variées, et environ la moitié des espèces connues sont endémiques à l'Afrique australe.

Les scientifiques apportent ainsi une avancée significative dans la compréhension des relations entre ces deux sous-familles de fourmilions. L'étude revêt par ailleurs une dimension particulièrement intéressante au vu de la rareté des recherches portant sur l'origine et la diversification des insectes afrotropicaux. Bruno Le Ru et son équipe soulignent cependant l'importance d'approfondir encore ces analyses, pour « réévaluer l'ensemble de l'arbre et redistribuer progressivement chaque espèce » à sa place la plus proche de la réalité historique.

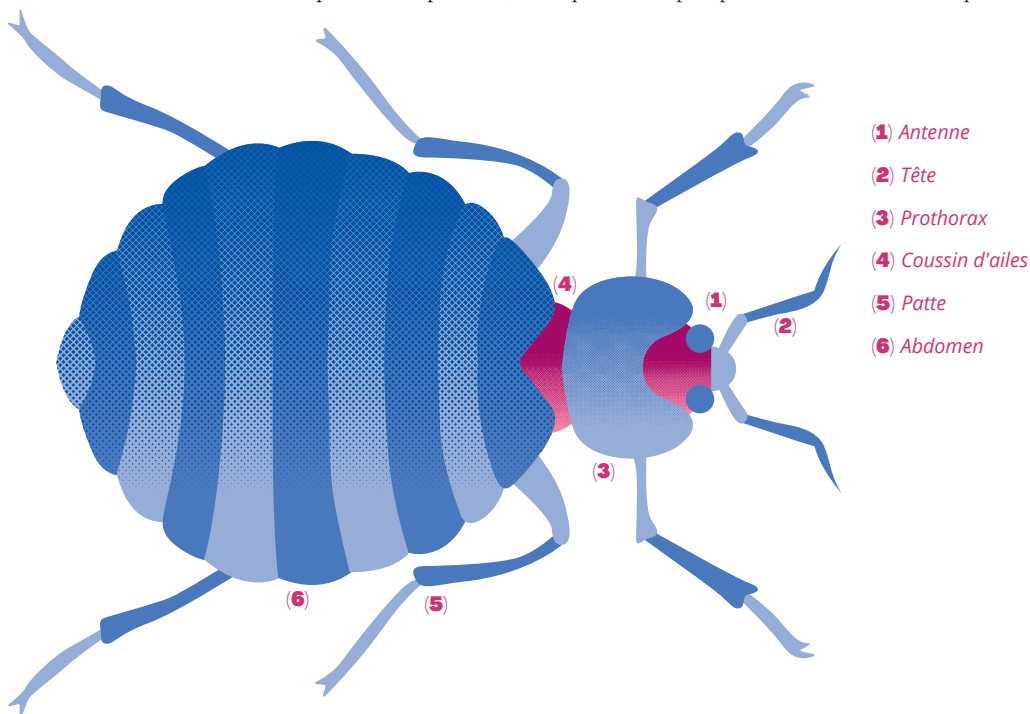
Punaises de lit : un fardeau au coût sous-estimé

Certains insectes davantage connus des Occidentaux suscitent également l'intérêt de la communauté scientifique. C'est notamment le cas des punaises de lit, parasites hémaphages - qui se nourrissent de sang humain - en recrudescence en France depuis une dizaine d'années. Si l'insecte n'est - en l'état actuel des connaissances scientifiques - pas vecteur d'agents pathogènes, ses piqûres couplées à sa persistance dans les foyers font de lui un enjeu important de santé publique.

Laurent Dalmas, enseignant-chercheur en économie à l'unité mixte internationale de recherche Soutenabilité et résilience (UMI SOURCE - Univ. Paris-Saclay, UVSQ, IRD), s'intéresse au coût du fardeau que représente la prolifération de la punaise de lit en France. Membre d'un groupe de travail visant à évaluer l'impact de ce phénomène, il est l'un des auteurs du rapport publié en juillet 2023 par l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation de l'environnement et du travail (ANSES) sur les impacts, la prévention et la lutte contre les punaises de lit.

Grâce à des auditions de différents secteurs concernés (bailleurs sociaux, hôtellerie, logements collectifs, représentants de différents Centres régionaux des œuvres universitaires et scolaires ou CROUS...) et une enquête en population générale, le rapport dévoile pour la première fois une évaluation des coûts, basée à la fois sur des dépenses liées à la désinfection, mais également celles liées aux impacts sur la santé et le bien-être des personnes victimes de ces infestations, comprenant notamment médicaments et consultations. « Nos chiffres sont toujours extrapolés car les données individuelles en économie sont très difficiles à obtenir », précise l'enseignant-chercheur. Mais les méthodes sont rigoureuses et nos estimations sont probablement assez proches de la réalité. »

Le rapport estime à 230 millions d'euros par an le coût de la lutte contre les punaises de lit en France entre 2017 et 2022. Plus concrètement, environ 866 euros par ménage seraient ainsi nécessaires pour se débarrasser des punaises de lit, incluant les traitements du logement, les pertes de matériel induites ainsi que les coûts de la gêne (consultations, traitements, répercussions physiques et psychologiques...). « Ce coût ne fait d'ailleurs qu'augmenter, car la prolifération est toujours en cours », note l'enseignant-chercheur. Le coût du fardeau sur le plan sanitaire a été, lui, estimé à environ 83,5 millions d'euros pour l'année 2019.



PUNAISE DE LIT

Chiffres-clefs

230 millions d'€ par an estimés pour lutter contre les punaises de lit

et environ

866 € par ménage nécessaires

1/10

Français touché ces 10 dernières années

Concernant l'origine de la propagation, Laurent Dalmas est catégorique. « *Contrairement à ce que l'on peut entendre, aucune étude ne montre une corrélation entre l'immigration et le développement des punaises de lit. En revanche, et au vu de l'explosion du phénomène dans les hôtels, une propagation liée au tourisme nous semble beaucoup plus probable.* » Le développement de locations de logements particuliers a par ailleurs probablement aidé à amplifier le phénomène, les propriétaires étant en effet moins sensibilisés au risque de propagation via leur logement que les professionnels.

Si, d'après le rapport, le niveau de vie n'entre pas forcément en jeu dans la probabilité d'être infesté par les punaises de lit (un Français sur dix dit avoir été touché sur les dix dernières années, tous milieux socio-économiques confondus), la différence semble résider dans le risque de voir cette infestation persister sur le long terme. En cause : le coût parfois très lourd des traitements et la nécessité de faire appel à des professionnels, souvent à plusieurs reprises.

« Aucune étude ne montre une corrélation entre l'immigration et le développement des punaises de lit. » – Laurent Dalmas

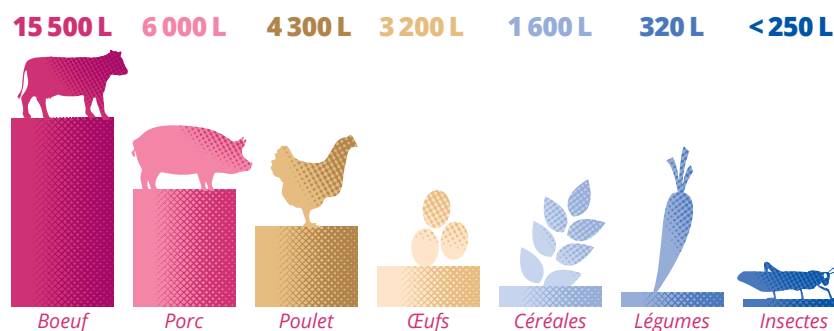
« *Dire que les populations les moins aisées sont à l'origine de la prolifération est très stigmatisant*, précise Laurent Dalmas, *mais elles le sont indirectement, dans le sens où elles n'ont pas les moyens de traiter correctement. Il ne s'agit pas de questions d'hygiène.* » Pour lutter au mieux contre ce « fardeau », l'ANSES recommande d'aider financièrement les populations les plus défavorisées, pour éviter une installation durable de ces insectes et une propagation d'un logement à un autre.

À l'approche des Jeux olympiques et paralympiques (JOP) organisés à Paris en 2024, Laurent Dalmas espère que le rapport saura rendre compte de l'urgence d'investir dans un traitement sur le long terme : « *La lutte contre les punaises de lit est un travail de longue haleine. Toutes les mesures mises en place à l'arrivée des JOP seraient totalement inefficaces si elles ne duraient que trois ou quatre mois.* » Sur le plan individuel, le rapport préconise les traitements non chimiques, à la fois pour sa propre santé, mais également pour éviter aux punaises de lit de développer une résistance contre ces traitements sur le long terme.

Une future ressource alimentaire incontournable ?

Loin d'y voir des parasites pour les humains, Nathalie Guichard, chercheuse au laboratoire Réseaux, innovation, territoires et mondialisation (RITM - Univ. Paris-Saclay), considère les insectes comme de véritables atouts pour la population. « *L'entomophagie, la consommation d'insectes, est une pratique alternative qui réunit beaucoup d'avantages et peu d'inconvénients*, explique la chercheuse.

VOLUME D'EAU NÉCESSAIRE À LA PRODUCTION D'UN KG DE NOURRITURE



C'est une alimentation qui est intéressante, à la fois pour le bien-être de la planète et celui de l'individu. » La perception et le développement de cette pratique sont aujourd'hui au cœur du projet Crikee, financé depuis 2019 par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et dont l'axe "Familiarisation" est porté par Nathalie Guichard.

Dans une première étude publiée en 2022, les scientifiques se sont intéressés à la perception de l'entomophagie chez les jeunes enfants (de cinq à douze ans) en France, via des dessins et de courts entretiens. « *L'idée de cette première étude a été d'appréhender leur relation aux insectes, leur imaginaire d'un repas à base d'insectes* », explique la chercheuse. D'autres études ont été menées par la suite avec des enfants et des adolescents, notamment la production de visuels de packaging de produits à base d'insectes, ou encore l'animation d'ateliers de cuisine à base d'insectes.

Résultats : malgré un manque de familiarité notable de la pratique, les enfants semblent avoir moins de freins que les adultes. En effet, alors que la consommation d'insectes pâtit d'une image très négative - voire rencontre plusieurs motifs de rejet - chez les adultes, les dessins et entretiens analysés traduisent un sentiment plus nuancé chez les plus jeunes. « *Cela peut s'expliquer par le fait que les enfants sont moins néophobiques. Ils n'ont pas encore d'habitudes alimentaires très ancrées, à la différence des adultes*, précise la chercheuse. *Si, d'une manière générale, les enfants manifestent un manque de familiarité, ils sont le plus souvent volontaires pour goûter une fois sensibilisés à la pratique.* »

Ces résultats apportent des éléments essentiels dans un contexte de redéfinition des pratiques alimentaires en France. Nathalie Guichard confirme : « *Nous savons que nous allons devoir réduire la consommation de viande. En effet, la production de certaines d'entre elles est très polluante et, de surcroît, elles n'ont pas toutes que des avantages d'un point de vue nutritif.* » La consommation d'insectes, riches en protéines et dont la production est peu consommatrice en espace, en eau et en électricité, se pose, pour la chercheuse, comme l'une des alternatives plausibles.

Un autre enjeu pour l'équipe du projet Crikee est désormais de sensibiliser la population aux bienfaits de la consommation d'insectes et de la rendre désirable pour les consommateurs encore réticents. Selon Nathalie Guichard, qui travaille avec des enfants depuis près de trente ans, sensibiliser les enfants et adolescents à la pratique se révélerait efficace pour faire

entrer les insectes dans le répertoire alimentaire familial : « *Cela s'est déjà vu pour le tri des déchets ou l'informatique ; par un phénomène de socialisation inversée, les enfants peuvent aussi beaucoup apprendre à leurs parents.* »

Reste à trouver comment convaincre le grand public, au-delà des arguments scientifiques, grâce peut-être à des méthodes commerciales. « *D'après nos dernières études, le packaging semble être de nature à influencer sur l'appétence pour les produits à base d'insectes*, dévoile Nathalie Guichard. *Le marketing va avoir un rôle important à jouer sur cette question.* » Deux articles et un chapitre d'ouvrage sont en cours de rédaction et devraient donner quelques pistes pour tenter de répondre à cette nouvelle problématique.

Un sujet d'étude transdisciplinaire

De par leur omniprésence et leur grande diversité, les insectes constituent un objet de recherche aux disciplines multiples, nécessitant fréquemment de réunir des chercheurs et chercheuses de thématiques parfois très éloignées. Laurent Dalmas, économiste de l'environnement, y voit une réelle opportunité. « *Je ne connaissais pas la punaise de lit au début de l'étude, mes recherches portaient plutôt sur la tique en forêt. Mais j'ai été très bien accepté par des chercheurs et chercheuses qui travaillent sur les punaises de lit et sur la lutte chimique depuis des années. Chacun peut argumenter son point de vue avec son expertise et c'est très stimulant.* »

Nathalie Guichard confirme : « *Nous sommes une trentaine de personnes sur le projet Crikee. Le groupe est très actif car c'est un sujet qui nous passionne toutes et tous.* » L'équipe, dont la majorité est en France, envisage déjà de poursuivre ensemble ce projet, pour l'instant programmé jusqu'à mars 2024.

Multiplier les regards, travailler ensemble et décloisonner la recherche se révèlent être autant de conséquences indirectes de l'étude des insectes. Entre problématique actuelle et future ressource essentielle, ce sujet d'étude apparaît comme un vecteur de nombreuses collaborations futures.

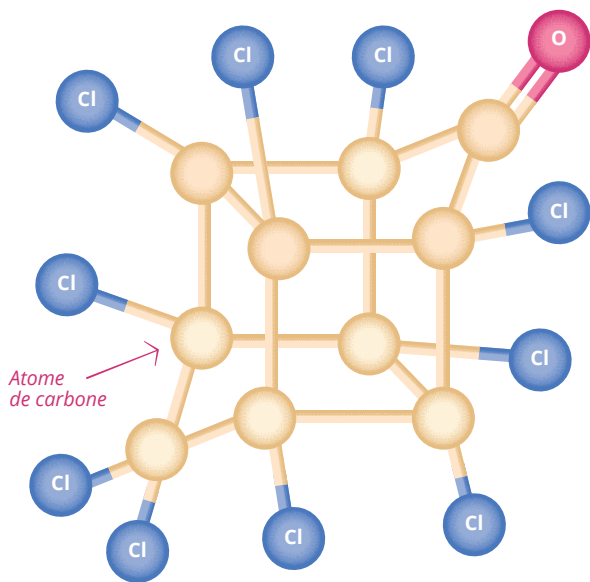
Références

Noémie M.C. Hévin *et al.* Evolution, systematics and historical biogeography of Palparini and Palparidini antilions (Neuroptera: Myrmeleontidae): Old origin and in situ diversification in Southern Africa. *Systematic Entomology*. 2023.
<https://www.anses.fr/fr/system/files/BIOCIDES-2021SA0147Ra.pdf>
 J. Brée *et al.* Au menu : Écrasé de fourmis, sauterelles grillées, steaks de moustiques, chips de grillons... : Une approche par le dessin des représentations enfantines des insectes et de l'entomophagie. *Carnets De La Consommation*. 2022

Dégradation de la chlordécone par méthanisation

Une seconde chance pour les déchets agricoles contaminés ?

Utilisée dans les Antilles françaises entre 1972 et 1993 pour lutter contre le charançon du bananier, la chlordécone est aujourd'hui l'un des sujets de recherche de scientifiques du Genoscope, le centre national du séquençage. Des études récentes démontrent l'efficacité de la méthanisation pour dégrader cet insecticide, ouvrant la voie à la dépollution des zones impactées.



MOLÉCULE DE CHLORDÉCONE

La chlordécone, insecticide toxique réputé pour sa persistance dans l'environnement, ne serait-elle finalement pas indestructible ? C'est l'une des questions auxquelles tente de répondre depuis plus de treize ans un groupe de chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay et de l'Université de Lorraine.

Pierre-Loïc Saaidi, chercheur au laboratoire Génomique métabolique (Univ. Paris-Saclay, Univ. d'Évry, CNRS, CEA) du Genoscope, chapeaute aujourd'hui l'équipe en charge de l'étude des produits de transformation de la chlordécone. Chargés dès 2010 d'identifier les bactéries capables de dégrader l'insecticide, les scientifiques étudient aujourd'hui les produits de transformation de la chlordécone issus de la méthanisation. Ce travail est réalisé en partenariat avec l'équipe d'Yves Le Roux du laboratoire Animal et agroécosystèmes de l'Université de Lorraine, spécialisé dans la méthanisation de déchets agricoles, sur la plateforme expérimentale de méthanisation de la ferme de la Bouzule, près de Nancy.

Un insecticide persistant

Répandue pendant plus de vingt ans dans les Antilles françaises pour lutter contre le charançon du bananier, la chlordécone pose aujourd'hui des questions d'ordre sanitaire et environnemental. De par sa structure en forme de cage et la présence d'atomes de chlore (qui protègent la chaîne carbonée de la dégradation), la molécule fait aujourd'hui partie de la vingtaine de composés organiques les plus persistants connus.

Sa grande affinité avec les matières organiques, dont les sols tropicaux sont particulièrement riches, explique en partie sa persistance dans l'environnement antillais. Couplé à l'insularité des terres agricoles contaminées, le polluant est encore aujourd'hui présent en grande proportion dans ces territoires. On estime qu'un quart de la surface agricole utile serait contaminé, affectant à la fois les sols, l'eau et l'ensemble de la chaîne alimentaire - incluant l'humain - par son fort effet de bioconcentration.

Classé comme cancérigène probable par le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) en 1979, la chlordécone a été détectée chez neuf Antillais sur dix dans le cadre de l'étude Kannari (Santé publique France, 2018), illustrant les conséquences de cet usage massif. Pour éviter une contamination plus large liée à l'alimentation, une démarche est depuis peu mise en place pour décontaminer les animaux d'élevage prévus pour la consommation humaine. Ce processus génère une quantité importante d'effluents contaminés, qu'il est aujourd'hui impossible de traiter.

Méthaniser les déchets agricoles contaminés

Les deux équipes de scientifiques s'intéressent tout particulièrement au traitement de ces effluents d'élevage contaminés. Dans une étude publiée en août 2023, l'impact de la méthanisation sur la chlordécone a été testé pour la première fois. Ce procédé industriel dégrade et transforme en partie des biodéchets (végétaux et animaux) en biogaz (méthane, dioxyde de carbone, etc.) grâce à l'intervention de microorganismes.

En ajoutant de la chlordécone dans un bouillon de méthaniseur, les chercheurs et chercheuses ont mis en évidence une dégradation de la chlordécone en conditions de haute température (55°C). « *Au bout de 40 jours, la quantité de chlordécone a baissé de plus de 80 %* », précise Pierre-Loïc Saaidi. Plusieurs produits de transformation issus de cette dégradation ont déjà été mis en évidence. « *Et il y en a probablement davantage, car les produits de transformation détectés ne suffisent pas à expliquer toute la chlordécone dégradée* », ajoute le chercheur.

Évaluer la toxicité

Si le processus ne permet pas encore de dégrader entièrement la chlordécone, les conclusions issues de cette preuve de concept sont encourageantes : « *On a atteint la première étape, à savoir la*

transformation de la chlordécone en plusieurs composés moins chlorés, explique Pierre-Loïc Saaidi. *Cette étude fait référence pour nous et sera une base solide pour la suite.* » Les scientifiques tentent aujourd'hui de méthaniser directement ces produits de transformation, afin de déterminer si ceux-ci sont des produits finaux ou s'ils peuvent être davantage dégradés en produits non nocifs.

Il reste à acquérir de nouvelles connaissances sur les multiples produits de transformation de la chlordécone. « *Nous avons notamment été financés pour étudier leur toxicité*, précise Pierre-Loïc Saaidi. *Aujourd'hui, on estime que cette toxicité serait à peu près du même ordre de grandeur que celle de la chlordécone, ou à peine plus faible.* » Ces travaux sont très attendus pour mieux comprendre la situation sur place : une légère dégradation naturelle de la chlordécone a en effet été mise en évidence aux Antilles, mais les produits de transformation présents dans les sols ne sont pas encore pris en compte dans l'évaluation de la toxicité des terrains.

Vers une plus grande autonomie énergétique ?

Les résultats présentés ouvrent la voie à la valorisation énergétique des effluents mais aussi des autres déchets agricoles contaminés à la chlordécone. La méthanisation se positionne ainsi comme une stratégie d'intérêt aux Antilles françaises, en contribuant d'une part à la dépollution de la chlordécone et d'autre part, grâce à la production de biogaz, à l'autonomie énergétique de ces territoires insulaires encore très dépendants du pétrole.

Combien de temps avant de pouvoir tester ce procédé in situ ? « *Les échelles pour ce projet sont de quelques années*, explique Pierre-Loïc Saaidi. *Mais comme la technologie de méthanisation est déjà disponible pour de gros volumes, le déploiement sur site sera très rapide une fois les étapes validées analytiquement.* » Un méthaniseur pilote a d'ailleurs été installé en juillet 2023 sur la station INRAE de Petit-Bourg, en Guadeloupe.

Ce défi colossal, bien que source de nombreuses interrogations pour les scientifiques, est également porteur d'espoir pour les populations locales. « *Quand on est chercheur, ce n'est pas souvent qu'on a la chance de se retrouver confronté à un problème réel et de tenter d'apporter des solutions auprès de la population* », ajoute Pierre-Loïc Saaidi. Au départ spécialisé en chimie organique, le chercheur n'hésite pas à s'ouvrir à d'autres disciplines en fonction des besoins du projet. « *Comme le but final est de répondre à la question de la pollution à la chlordécone, cela ne me dérange pas, conclut-il. Il y a une forme d'injustice très particulière qui fait que ce sujet me motive encore plus.* »

Références

D. Martin et al., Efficient biodegradation of the recalcitrant organochlorine pesticide chlordécone under methanogenic conditions, *Science of the Total Environment*, 2023.

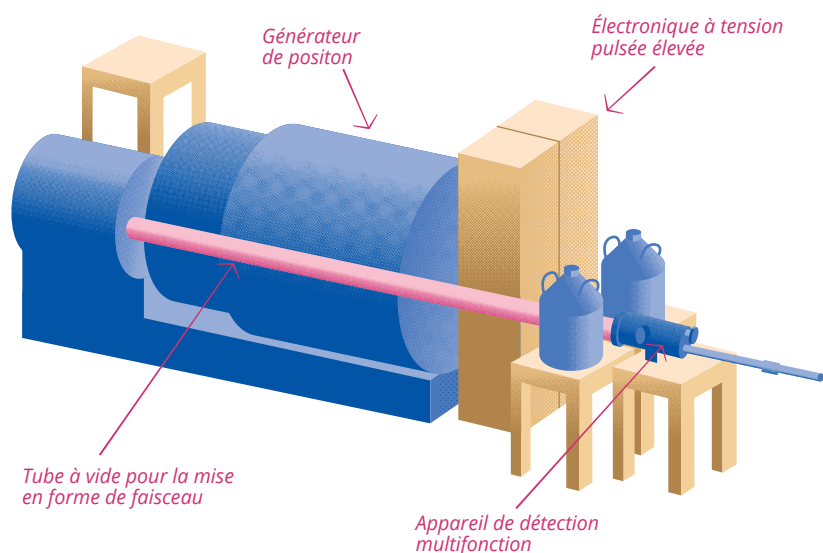
Les particules à l'Université Paris-Saclay

Les start-up s'emparent du sujet

Depuis les philosophes Leucippe et Démocrite 600 ans avant notre ère, les premiers à suggérer que la matière est discontinuée et composée d'éléments insécables, en passant par le tableau de Mendeleïev et les travaux de Higgs, la science des particules n'en finit pas d'aller de l'avant. Quarks, photons, électrons ou encore fermions, ces désignations abstraites cachent en réalité des applications concrètes. À l'Université Paris-Saclay et dans ses organismes de recherche partenaires, des laboratoires et des scientifiques se concentrent sur l'étude des particules. Des start-up issues de ces laboratoires et de leurs recherches s'emparent de la question et profitent en outre de l'environnement propice à leur développement qu'offre l'Université.

GÉNÉRATEUR DE POSITONS

Source : Posithôt



Posithôt

Sonder la matière grâce à l'antimatière

Après dix ans de travaux au Conseil européen pour la recherche nucléaire (CERN), Jean-Michel Rey fonde fin 2015 la start-up Posithôt, issue de ses recherches fondamentales au sein du CEA Paris-Saclay. « Nous avons vocation à développer des applications employant l'antimatière », explique le chercheur. L'entreprise est d'ores et déjà en mesure d'opérer un générateur d'antimatière produisant des positons, l'antiparticule de l'électron. « L'innovation réside dans le fait que cette production de positons est réalisée sans radioactivité. Nous accélérons les électrons, qui sont convertis en positons. Ces derniers sont capturés et condensés en un faisceau qui est utilisé pour sonder la matière. Cette méthode d'analyse est connue depuis les années 1970 », ajoute Jean-Michel Rey. Ce microscope nouvelle génération permet de voir le « vide » dans la matière. Cette

technologie s'adresse donc à celles et ceux qui cherchent à analyser les défauts de leurs matériaux ou leur endommagement. Une solution particulièrement adaptée aux secteurs de l'aéronautique et de la défense, avec lesquels Posithôt collabore déjà. Dans le courant de l'année 2024, la start-up sera en mesure de soumettre à son faisceau de positons des objets d'une dizaine de kilogrammes et de fournir des données globales sur leur niveau de fatigue. « Nous avons fini de construire notre générateur d'antimatière et nous sommes aujourd'hui en phase de tests et de validation des éléments fonctionnels », précise Jean-Michel Rey. La machine sera prochainement dupliquée pour être vendue ou louée à des clients de l'entreprise.

<https://www.posithot.com/fr/>

Spin-Ion Technologies

L'intelligence artificielle basse consommation

Spin-off de l'Université Paris-Saclay et du Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Paris Cité) créée en 2017, la start-up a développé un procédé de fabrication à base d'ions hélium améliorant les performances des matériaux et des dispositifs magnétiques à l'échelle atomique. Spin-Ion Technologies se concentre sur trois axes : l'optimisation des mémoires magnétiques dites *Magnetic Random Access Memory (MRAM)*, l'amélioration des performances des capteurs magnétiques par irradiation hélium ainsi que le développement « de puces neuromorphiques avec des mémoires MRAM pour une intelligence artificielle ultra-basse consommation », explique Maïkane Deroo, ingénieure dans l'entreprise. Spin-Ion Technologies travaille sur l'intégration du calcul au sein de la mémoire. « Dans le cerveau, les neurones traitent les données et les synapses servent de mémoire. Il n'existe pas de séparation physique entre les deux, ce qui évite les allers-retours et d'importantes dépenses énergétiques », ajoute Marie Drouhin, ingénieure sur la partie *software*. L'idée est donc de s'inspirer du réseau de neurones pour réaliser des opérations d'apprentissage sur puce à faible énergie pour le calcul de proximité, le tout grâce à des MRAMs traitées par la technologie de la start-up. La start-up fera l'objet d'une levée de fonds française et internationale durant 2024, avec comme objectif le financement d'une ligne pilote fonctionnelle d'ici 2025. La start-up commercialise déjà des implants R&D permettant d'irradier des *wafers* de petite taille, des disques fins de matériaux semi-conducteurs.

<https://www.spin-ion.com/>

SPIN-ION TECHNOLOGIES, FONDÉE EN 2017, SE CONCENTRE SUR 3 AXES

1

Optimisation des mémoires magnétiques (MRAM)

2

Amélioration des performances des capteurs magnétiques par irradiation hélium

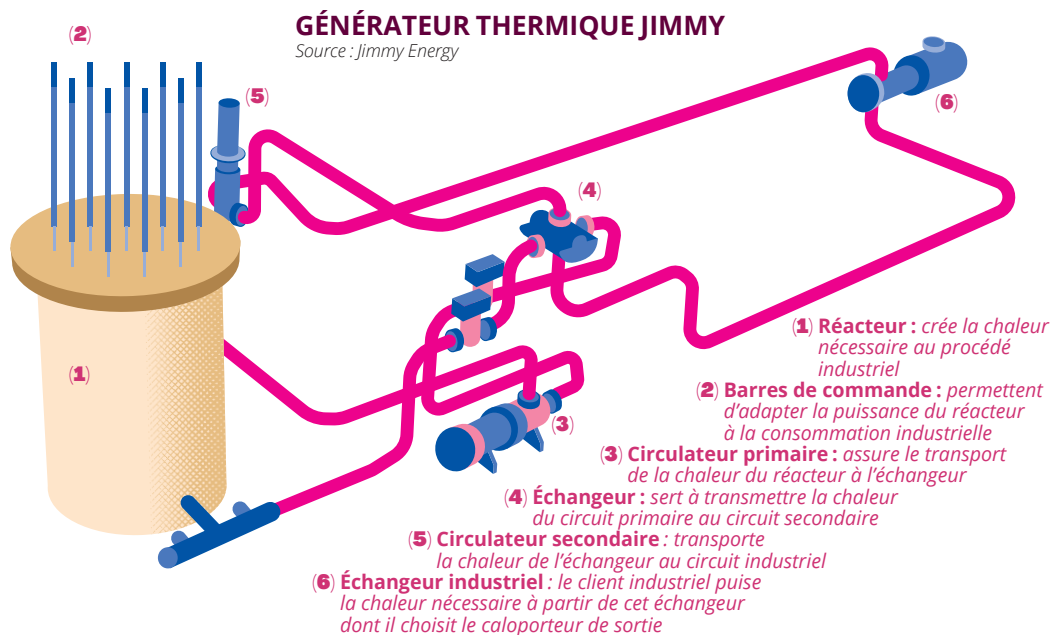
3

Développement de puces neuromorphiques pour une intelligence artificielle ultra-basse consommation

Jimmy Energy

Le nucléaire à domicile

Fondée en 2020 par Mathilde Grivet et Antoine Guyot et en lien étroit avec le CEA Paris-Saclay, Jimmy Energy promet aux entreprises en manque de décarbonation une solution pour produire de la chaleur avec des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) amoindries. Reliées aux réseaux de chaleur des industriels, les centrales nucléaires à taille réduite (18 m sur 18 m pour une production de 20 mégawatts annuels) sont implantées in situ. Jimmy Energy compte une soixantaine d'employés qui conçoivent, font construire et exploitent les installations et en revendent la chaleur. « D'un point de vue scientifique, la technologie des microréacteurs nucléaires à haute température (HTR) est mature. De même au niveau de la réglementation, où il est autorisé d'installer de telles centrales sur le territoire », explique Antoine Guyot. Jimmy Energy se concentre sur l'engineering afin d'adapter l'unité aux besoins des acquéreurs. Sa technologie est basée sur un réacteur au modérateur graphite, des particules TRISO (Tri-structural isotropic) – des particules d'uranium enrobées de couches de carbone poreux, de silicium et



de carbone haute densité – et un caloporteur d'hélium. Un principe bien connu, industrialisé plusieurs fois. Le système possède une durée de vie de vingt ans. Grâce à son écoconception, l'installation est démontable facilement et la plupart des matériaux sont réutilisables sur plusieurs cycles. Quant aux déchets irradiés, « nous avons recours aux sites de stockages nucléaires déjà existants, nous nous

adaptions aux infrastructures de l'État », rassure Antoine Guyot. La start-up a déjà reçu 32 millions d'euros dans le cadre du programme gouvernemental France 2030 sur le volet du nucléaire innovant. Cela permettra à Jimmy Energy de financer son industrialisation et d'implanter sa première unité d'ici 2026.

<https://www.jimmy-energy.eu/>

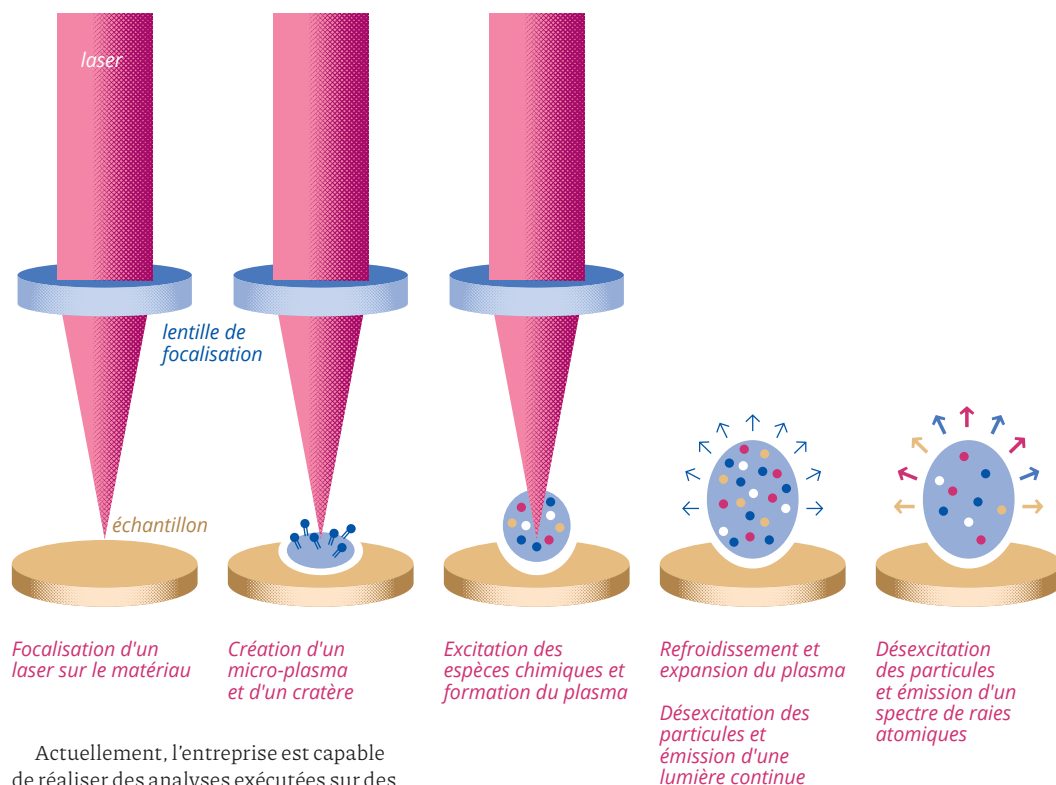
IUMTEK

Au coeur de la matière

Au sein de la start-up iUMTEK, fondée par Ronald Berger-Lefebvre en partenariat avec le CEA Paris-Saclay fin 2017 et basée sur des travaux réalisés au sein du Service de physico-chimie (SPC - Univ. Paris-Saclay, CEA), une dizaine d'employés conçoivent et fabriquent des instruments de mesures basés sur la spectrométrie sur plasma induit par laser (Laser induced breakdown spectroscopy – LIBS). Cette dernière identifie et quantifie les atomes de tous types de matériaux. « Pour fonctionner, notre instrument émet un faisceau laser qui entre en interaction physico-chimique avec la matière et crée un plasma. Les spectres émis et détectés contiennent une multitude de raies d'émissions. Les longueurs d'ondes sont enchevêtrées, voire recouvertes par d'autres raies d'éléments chimiques plus émissifs. C'est le machine learning qui rend possible une interprétation fiable et reproductible et réduit le niveau d'incertitude », explique Ronald Berger-Lefebvre. Avec 25 ans d'expérience dans le domaine, l'équipe d'iUMTEK est capable de savoir quel algorithme choisir pour identifier et quantifier les éléments chimiques désirés. Avec la possibilité d'analyser et de quantifier tous les éléments du tableau périodique, sans préparation préalable et quel que soit l'état du matériau examiné (liquide, solide ou gazeux), les cas d'usages sont nombreux : du lithium des batteries, en passant par l'exploration minière ou encore le recyclage.

PRINCIPE DE LA TECHNIQUE LIBS

Source : iUMTEK



Actuellement, l'entreprise est capable de réaliser des analyses exécutées sur des échantillons prélevés en amont. D'ici la fin de l'année 2024, iUMTEK pourra effectuer des mesures en continu et en temps réel au cœur de la ligne de production, afin d'obtenir des données plus représentatives et rapides.

<https://iumtek.com/>

La catalyse

L'outil d'une chimie verte

Par l'utilisation d'une substance (appelée le catalyseur) ne subissant pas ou le moins possible de transformations, la catalyse ouvre la voie à l'accélération voire à la sélectivité de réactions chimiques en tous genres. Observée depuis des millénaires, la catalyse est aujourd'hui un des piliers de la pratique d'une chimie soutenable, moins consommatrice et moins énergivore. Tour d'horizon des pratiques liées à cette démarche au sein de l'Université Paris-Saclay.

Mots-clefs

Chimie soutenable
Catalyseur
Enzyme
MOF

Au cours d'une réaction chimique, la catalyse est utilisée pour accélérer ou favoriser une voie de synthèse particulière de ladite réaction. À l'aide d'un catalyseur, il est possible de consommer moins de réactifs chimiques ou d'obtenir un produit chimique d'intérêt en plus grandes quantités. Le second avantage de la catalyse réside généralement dans la réutilisation du catalyseur après réaction : celui-ci n'est pas consommé. C'est en ce sens que la catalyse et ses nombreuses voies constituent un véritable pilier de la pratique d'une chimie soutenable et respectueuse de l'environnement. Le 23 novembre 2023, les chimistes de l'Université Paris-Saclay se sont réunis lors de la journée scientifique annuelle de la Graduate school (GS) Chimie de l'Université, portant sur les enjeux d'une chimie soutenable et de l'avenir de la chimie catalytique.

Depuis des millénaires, les êtres humains observent tous types de catalyse. Il faut cependant attendre 1835 pour que le chimiste suédois Jöns Jacob Berzelius appose le premier le terme de catalyse sur ce phénomène. Dans son rapport annuel de cette même année, le chimiste écrit : « Il est donc prouvé que beaucoup de substances simples ou composées, solides ou dissoutes, possèdent la faculté d'exercer sur des corps composés une influence essentiellement distincte de l'affinité chimique, influence qui consiste à produire

« De façon universelle, les organismes vivants sont le théâtre de tout un ensemble de réactions, se succédant les unes aux autres, appelé le métabolisme. Chacune de ces réactions est catalysée par une enzyme correspondante. » — Anne Zapparucha

un déplacement et un autre arrangement de leurs éléments, sans y participer directement ou nécessairement, à l'exception de quelques cas spéciaux. » Près de deux siècles après cette première définition, la catalyse est devenue un pilier de la chimie moderne et il existe une multitude de types de catalyses différentes et tout autant de disciplines nouvelles : la catalyse par molécules organiques ou éléments métalliques, la photocatalyse (induite par la lumière), la biocatalyse (inspirée par les phénomènes naturels), etc.

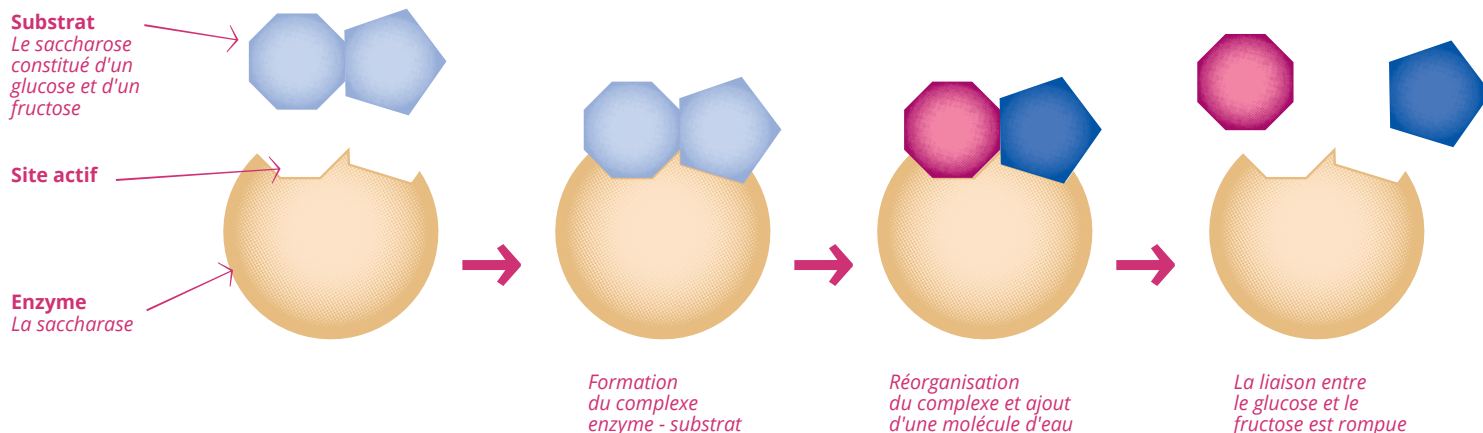
Explorer le vivant

Carine Vergne et Anne Zapparucha sont toutes les deux membres de l'unité mixte de recherche Génomique métabolique (GM – Univ. Paris-Saclay, Univ. Évry, CNRS, CEA). Depuis plus de quinze ans, les deux scientifiques étudient une multitude de

réactions chimiques et cherchent à développer de nouvelles voies biocatalytiques pour la synthèse de ces réactions, à l'aide d'enzymes, les protéines aux fonctions catalytiques présentes dans la nature. « La biocatalyse, c'est l'utilisation d'enzymes, communément appelées les catalyseurs du vivant, en chimie organique, présente Anne Zapparucha. De façon universelle, les organismes vivants sont le théâtre de tout un ensemble de réactions, se succédant les unes aux autres, appelé le métabolisme. Chacune de ces réactions est catalysée par une enzyme correspondante. » Par promiscuité, l'enzyme correspondant à une réaction précise du métabolisme d'un organisme vivant est utilisable au cours de la synthèse d'un autre composé, pourvu que le processus de synthèse et le produit obtenu soient similaires à la réaction métabolique. « C'est sur cette propriété de promiscuité que se base la biocatalyse. Une enzyme réagit sur son substrat métabolique,

LE CYCLE CATALYTIQUE DU SACCHAROSE

Le cycle catalytique de cette enzyme décompose le saccharose en deux sucres simples, le glucose et le fructose



mais également sur d'autres substrats qui lui sont généralement proches», explique Anne Zaparucha. C'est donc cette propriété de promiscuité des enzymes qui rend possible la biocatalyse. « Par ailleurs, nous possédons désormais un panel d'outils absolument extraordinaire afin de modifier les enzymes à souhait. » En 2018, la chercheuse américaine Frances Arnold a été récompensée du prix Nobel de chimie pour ses travaux d'évolution dirigée des enzymes.

Depuis 2008, Carine Vergne et Anne Zaparucha enquêtent, à la découverte d'activités, de combinaisons de réactions chimiques et d'enzymes d'intérêt. « Concrètement, nous nous intéressons à une réaction en particulier, et nous cherchons ensuite les enzymes capables de catalyser cette réaction. Par ailleurs, nous ciblons de préférence les réactions pour lesquelles trouver une alternative biocatalytique a un intérêt, soit économique car la réaction est très pratiquée, soit au contraire car la réaction ciblée est peu pratiquée de par la complexité de son exécution », détaille Carine Vergne.

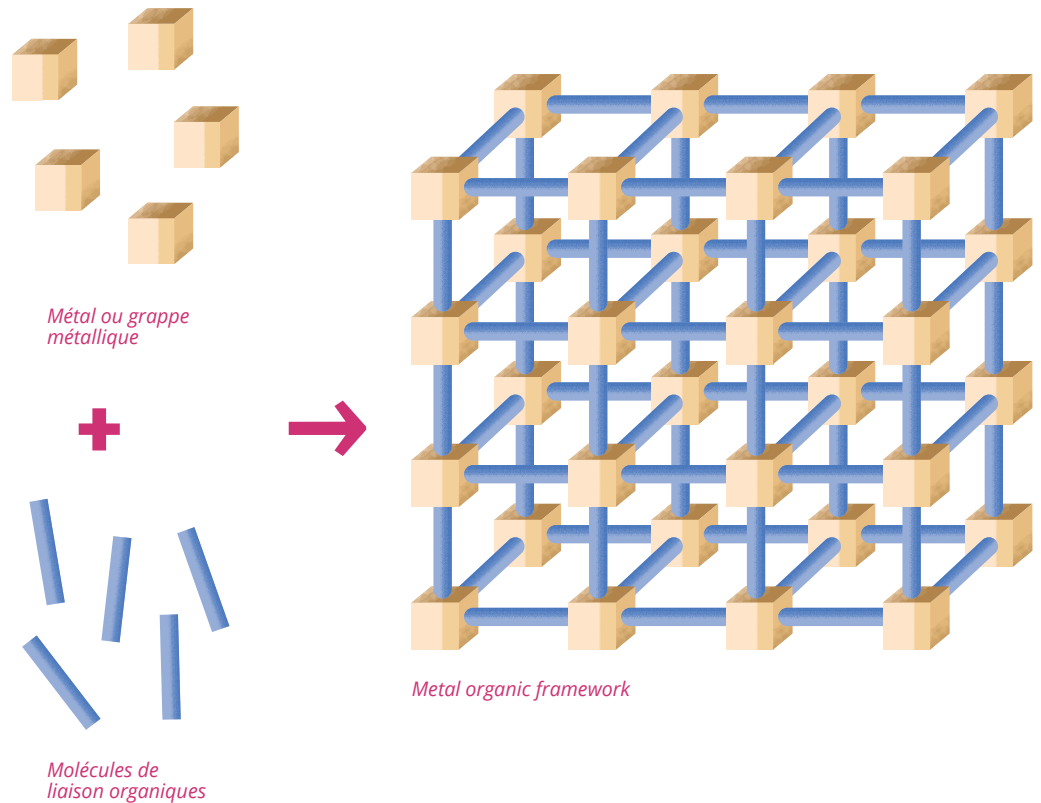
Oxydation, halogénéation, hydroxylation, etc. : nombreuses sont les réactions qui intéressent les deux chercheuses ; mais l'amination réductrice est de loin la plus renommée. « Généralement, nous commençons nos travaux par de la bibliographie, notamment des lectures d'élucidation de voies de biosynthèse. Notre tâche est alors de trouver les enzymes idéales à implémenter à ces réactions. Ce n'est pas la seule réaction sur laquelle nous travaillons, mais l'amination réductrice reste l'un des projets phares de notre laboratoire, notamment en raison du nombre de publications sur le sujet. C'est une réaction très populaire », explique Carine Vergne. « C'est une réaction d'une très haute importance en chimie. Son champ d'application est tout à fait extraordinaire, puisque deux tiers des composés d'activité thérapeutique intègrent aujourd'hui une fonction amine dans leur structure », abonde Anne Zaparucha. De l'amination réductrice résulte l'ajout d'un groupement amine (notamment composé d'un atome d'azote) à une molécule organique.

Apporter de la diversité

Au fur et à mesure des activités du laboratoire, les deux chercheuses et leurs collègues ont participé à la constitution d'une véritable bibliothèque d'enzymes et de leurs variations. Une collection à leur disposition mais également profitable au reste de la communauté de biocatalyse. « Par rapport à d'autres équipes recherchant d'autres biocatalyseurs, nous essayons de choisir des activités où les enzymes utilisées sont peu étudiées ou leurs variations peu

« C'est une réaction d'une très haute importance en chimie. Son champ d'application est tout à fait extraordinaire, puisque deux tiers des composés d'activité thérapeutique intègrent aujourd'hui une amine dans leur structure. » — Anne Zaparucha

METAL ORGANIC FRAMEWORK (MOF)



Metal organic framework

connues. Notre particularité réside dans notre souhait d'apporter de la diversité, par rapport à une connaissance bibliographique établie des enzymes. Ce que l'on observe dans le domaine de la biocatalyse, c'est un potentiel manque de diversité de portefeuilles d'enzymes disponibles », détaille Carine Vergne. « C'est cette exploration de la biodiversité qui fait notre force », assure Anne Zaparucha. « C'est d'ailleurs essentiel à notre discipline. Contrairement à la catalyse de chimie conventionnelle, où un catalyseur possède souvent une "couverture" assez large, une enzyme est active sur une poignée de produits au grand maximum. Donc, pour couvrir une grande diversité de substrats, nous devons avoir à notre portée une grande diversité d'enzymes. Voilà notre force : nous préférons découvrir de nouvelles enzymes plutôt que d'en modifier une déjà répertoriée. Et à chaque fois, c'est une diversité amenée à la communauté. »

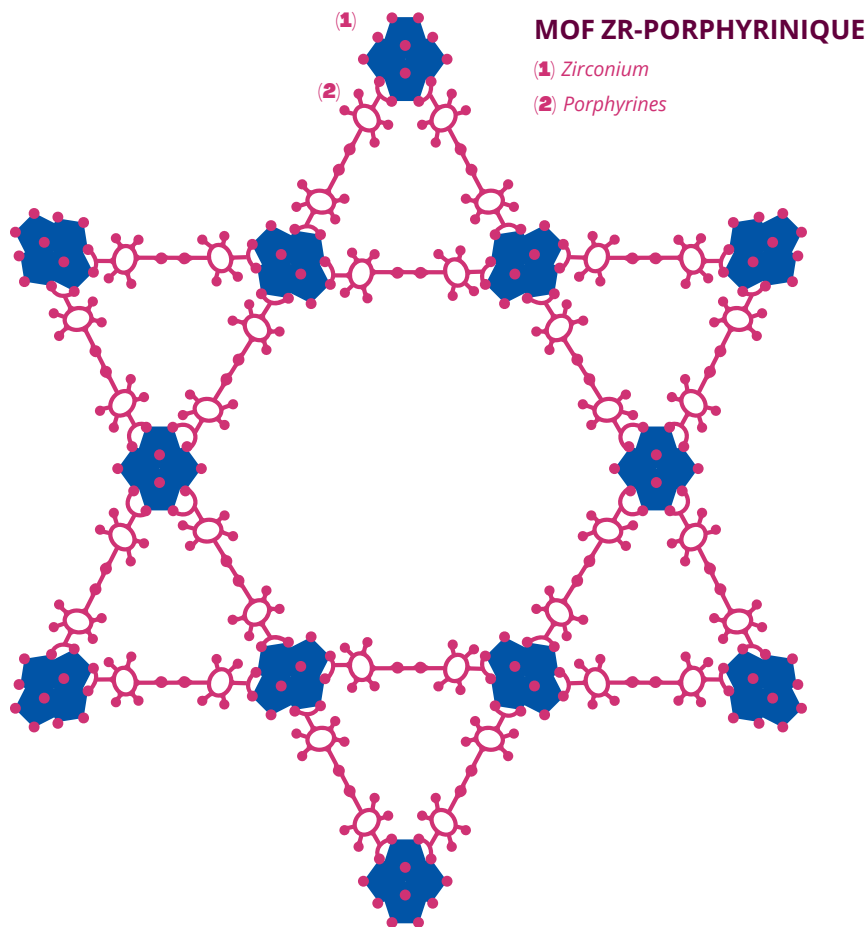
L'unité Génomique métabolique fait partie du Genoscope, le centre national de séquençage français. C'est grâce au laboratoire de séquençage génomique et à des équipes spécialistes de bio-informatique que sont rendues possibles

les explorations d'Anne Zaparucha, de Carine Vergne et de leurs collègues. « Nous nous servons de ce partenariat avec le Genoscope et de l'expertise en bio-informatique de ces équipes pour effectuer nos recherches. Nous partons d'une séquence d'enzymes connue et répertoriée dans la bibliographie pour catalyser la réaction à laquelle nous nous intéressons. Grâce au Genoscope, nous cherchons dans la biodiversité des séquences homologues, répondant à plus ou moins de critères de similarité. Le but est ensuite de produire ces séquences et les tester au sein de notre réaction initialement choisie, comme des chimistes "classiques". Viennent ensuite une phase d'analyse des résultats et produits obtenus, et une phase d'optimisation des conditions de réaction », détaille Carine Vergne.

Porphyrine, MOF et photocatalyse : un procédé novateur de synthèse du formiate

Au sein de l'Institut Lavoisier de Versailles (ILV – Univ. Paris-Saclay, UVSQ, CNRS), Anne Dolbecq et Pierre Mialane s'intéressent à la réduction, en présence de lumière visible, du dioxyde de carbone (CO_2) en formiate (HCO_2^-), un réactif chimique utilisé dans de nombreux processus industriels. À cette fin, les deux scientifiques ont sélectionné comme catalyseur un matériau constitué d'un réseau métallo-organique porphyrinique.

La porphyrine est une molécule organique cyclique colorée. Les réseaux métallo-organiques (*metal-organic frameworks* - MOF) sont des solides cristallisés composés de clusters ou d'ions métalliques reliés par des ligands organiques (principalement du carbone). Leur



« En tant que chimistes, notre rôle est aujourd’hui de trouver de nouveaux catalyseurs plus éco-compatibles. »

— Christine Tran

structure poreuse rend ces matériaux particulièrement intéressants en catalyse. En outre, il est possible pour les MOFs de « capturer » des molécules de petite taille, telles que le dioxyde de carbone. En l’occurrence, le MOF porphyrinique étudié par Anne Dolbecq et Pierre Mialane absorbe non seulement le CO₂ mais celui-ci est également fixé au matériau grâce aux ions zirconium contenus dans celui-ci. C’est ensuite à l’aide d’une espèce chimique spécifique, la triéthanolamine (TEOA) et de l’usage de rayons lumineux que le dioxyde de carbone est réduit en formiate. « La porphyrine, après absorption de lumière visible, est placée dans un état excité – elle possède plus d’énergie que nécessaire, explique Pierre Mialane. Une fois excitée, la porphyrine va créer, à partir de la TEOA, une espèce radicalaire dite donneuse d’électrons sacrificielle. C’est ensuite cette espèce qui va réduire le dioxyde de carbone en formiate. » Cette réaction est décrite comme étant photocatalytique puisque c’est l’irradiation par des rayons lumineux qui déclenche le processus complexe menant à la synthèse du formiate. « Nous utilisons le caractère photosensible de la porphyrine contenue dans notre MOF pour déclencher un transfert d’électrons et ainsi engendrer la réduction du dioxyde de carbone en formiate. Les porphyrines sont connues depuis longtemps comme des espèces photosensibles, et elles jouent donc le rôle d’"antenne" dans notre MOF », détaille Anne Dolbecq. Une fois la réaction effectuée, le MOF est réutilisable plusieurs fois.

Voilà plus de cinq ans qu’Anne Dolbecq et Pierre Mialane étudient ce MOF composé de porphyrine et de zirconium. D’autant plus que depuis leur découverte dans les années 1990, l’ILV est un véritable bastion des MOFs. « Une famille de MOFs, les MIL (pour Matériaux Institut Lavoisier), est d’ailleurs originaire du laboratoire », précisent les deux scientifiques. En revanche, le MOF porphyrinique au zirconium étudié par les deux chimistes n’a lui pas été conçu dans les laboratoires de l’ILV. « Nous n’avons pas synthétisé les premiers ce MOF, il existait déjà dans la littérature. Tout comme le caractère photosensible de la porphyrine, déjà mis en évidence auparavant. En revanche, les mécanismes de réduction du CO₂, très complexes, et le rôle du TEOA étaient très flous », se souvient Anne Dolbecq.

Les deux scientifiques sont à l’origine des spécialistes des polyoxométallates (POMs), des oxydes moléculaires menant par exemple à l’oxydation catalytique de l’eau. Aujourd’hui, leur nouvelle expertise des MOFs et de la réduction du dioxyde de carbone par photocatalyse leur ouvre de nouvelles voies. « Imaginez : allier un POM oxydant l’eau et fournissant des électrons pour réduire du dioxyde de carbone grâce à notre MOF. Cela conduirait à la synthèse de formiate par réduction de dioxyde de carbone en se servant de molécules d’eau. Plus de TEOA, et un mécanisme plus "joli" et plus propre », commente Pierre Mialane. « À l’avenir, on pourrait imaginer placer des

dispositifs sur les cheminées d’usine rejetant du dioxyde de carbone et de la vapeur d’eau pour former du formiate », ajoute Anne Dolbecq.

Comment conduire une catalyse plus écologique ?

Parmi toutes les techniques de catalyse existantes, la plus populaire est sans doute la catalyse organométallique, faisant intervenir un complexe composé d’une structure organique et d’un métal. Particulièrement pratiquée, la catalyse au palladium est le sujet de recherche des chercheurs japonais Ei-ichi Negishi, Akira Suzuki et du chercheur américain Richard Heck, tous trois récompensés du prix Nobel de chimie 2010. Si l’efficacité du palladium en tant que catalyseur n’est aujourd’hui plus à prouver, son utilisation massive fait débat. « Concrètement, c’est un élément qui coûte cher et dont les réserves mondiales commencent à s’amenuiser », résume Christine Tran, maîtresse de conférences et chercheuse au sein du laboratoire Biomolécules : conception, isolement, synthèse (BioCIS - Univ. Paris-Saclay, CNRS). « Le palladium et d’autres métaux catalyseurs sont aujourd’hui utilisés à très grande échelle, notamment en industrie pharmaceutique. Le sujet d’une alternative à ces métaux est d’actualité. En tant que chimistes, notre rôle est aujourd’hui de trouver de nouveaux catalyseurs plus éco-compatibles. Par exemple, je développe actuellement une thématique de recherche focalisée sur la photocatalyse, une catalyse plus propre et plus facile d’accès : avec l’utilisation de la lumière comme catalyseur, nous essayons de viser des réactions en conditions douces : pas de chauffage drastique, pas de manipulations délicates, d’outils encombrants comme des boîtes à gants, etc. », complète la chimiste.

Au sein de BioCIS, Christine Tran souhaite développer de nouvelles stratégies éco-compatibles de chimie médicinale. Elle a ainsi établi une nouvelle méthode, avec une catalyse au fer, pour la synthèse de composés hétérocycliques, tels que des indoles ou des dihydrobenzocarbazoles, présentant des propriétés antifongiques. « À mon échelle, l’éco-conception débute notamment avec le choix du catalyseur et du solvant utilisé pour les synthèses, raconte la chercheuse. Je pense aussi, ensuite, à la manière avec laquelle je vais isoler mon produit final : par exemple, l’utilisation d’une colonne de silice pour purifier un produit est contournable, au vu de la toxicité de la silice, au profit par exemple d’une recristallisation. »

Références

Ducrot L. et al., Expanding the Substrate Scope of Native Amine Dehydrogenases through In Silico Structural Exploration and Targeted Protein Engineering, *ChemCatChem*, Vol. 14, Issue 22, 2022.

Benseghir Y. et al., Unveiling the mechanism of the photocatalytic reduction of CO₂ to formate promoted by porphyrinic Zr-based metal-organic frameworks, *J. Mater. Chem. A*, 2022.

Tran C. et al., Iron-catalyzed reductive cyclization of nitroarenes: Synthesis of aza-heterocycles and DFT calculations, *Chinese Chemical Letters*, Volume 34, Issue 3, 2023.

L'éthique de la recherche à l'Université Paris-Saclay

Fonctionnement et problématiques

Pratique indispensable et pilier majeur d'une recherche de qualité, l'éthique est garante du bon fonctionnement de la recherche et de la protection de ses sujets. Protection des participantes et participants à une étude et de leurs données, intégrité et transparence des procédés scientifiques, questionnement quant à l'intérêt du suivi de certaines études, etc. : le spectre des pratiques d'une recherche au caractère éthique est large. À l'Université Paris-Saclay, c'est avec l'appui d'un comité d'éthique et d'intégrité scientifique (POLETHIS) et de plusieurs laboratoires que les questions d'éthique et de bonnes pratiques de la recherche sont étudiées.

Mots-clefs

Comité d'éthique

POLETHIS

En juin 2023, l'Université Paris-Saclay a réinstallé son comité d'éthique et d'intégrité scientifique (POLETHIS) dans le but de continuer à mener ses actions visant à garantir une pratique responsable et intègre de la recherche au sein de l'Université. Pour ce faire, POLETHIS s'appuie sur un comité d'éthique de la recherche, des outils de veille et de formation aux grands enjeux de l'éthique scientifique, et un réseau connectant entre eux les différentes unités et équipes de recherche dont les champs d'expertise relèvent de l'éthique et de l'intégrité de la recherche scientifique. Né en 2017, POLETHIS est, depuis juin 2023, présidé par Nathalie Guichard, professeure en sciences de gestion et de management à l'IUT de Sceaux et membre du laboratoire Réseaux, innovation, territoires et mondialisation (RITM – Univ. Paris-Saclay).

l'Université Paris-Saclay et responsable de la cellule d'administration de la recherche biomédicale au CEA Paris-Saclay. En France, c'est la loi Jardé relative aux recherches impliquant la personne humaine qui, depuis 2012, régit le cadre légal d'une pratique éthique de la recherche, notamment biologique ou médicale, à l'aide de CPP. « Or, il existe beaucoup de thématiques de recherches ne répondant pas à cette définition de la loi Jardé. Des études en sociologie, en psychologie, en sciences et techniques des activités physiques et sportives (STAPS), en réalité virtuelle, dans le domaine alimentaire, des études sur données médicales rétrospectives faisant appel à des volontaires, ne rentrent pas dans la juridiction des CPP et de la loi Jardé. C'est pour cette raison que sont nés en France, et notamment au sein des universités, des comités d'éthique », complète la présidente du comité.

« Le but premier du comité d'éthique de la recherche, c'est de donner un avis éthique sur les protocoles de recherche réalisés dans les laboratoires de l'Université Paris-Saclay. »

— Bernadette Martins

Le comité d'éthique de la recherche de l'Université : missions et fonctionnement

Véritable outil à caractère consultatif pour les chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay étant contraints et contraintes de s'assurer des bonnes pratiques éthiques de leurs études, le comité d'éthique de la recherche de l'Université a pour vocation d'émettre des avis consultatifs – favorables, pour modifications, défavorables ou pour redirection vers des Comités de protection des personnes (CPP) – concernant les projets de recherche étudiés. « Le but premier du comité d'éthique de la recherche, c'est de donner un avis éthique sur les protocoles de recherche réalisés dans les laboratoires de l'Université Paris-Saclay », résume Bernadette Martins, présidente du comité d'éthique de la recherche de

Le comité d'éthique de la recherche de l'Université a trois missions principales : assurer que le projet de recherche étudié soit sans risques pour ses participantes et participants et que ces derniers soient informés des modalités du projet, approuver les recherches en amont d'une publication dans une revue scientifique et conseiller les porteurs et porteuses de projets. « Quasiment aucune recherche sur l'être humain ne peut faire l'objet d'une publication dans une revue scientifique sans l'aval d'un comité d'éthique de la recherche, précise Ouriel Grynszpan, membre du Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – Univ. Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec, Inria) et administrateur du comité d'éthique de la recherche de l'Université. En sciences du comportement, en STAPS, en sciences cognitives, pour des études concernant la nutrition ou l'éducation, l'avis est exigé. Mais

LES TROIS MISSIONS PRINCIPALES DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE



Assurer que le projet de recherche étudié soit sans risques pour ses participantes et participants, et que ces derniers soient informés des modalités du projet



Approuver les recherches en amont d'une publication dans une revue scientifique



Conseiller les porteurs et porteuses de projets

ce n'est pas le cas pour toutes les disciplines. En informatique, cela va dépendre de la revue. Mais l'avis du comité d'éthique est de plus en plus exigé : les études en informatique et concernant les technologies nouvelles ont souvent recours à des tests auprès d'utilisateurs et d'utilisatrices. » En revanche, la très grande majorité des études revues par le comité d'éthique de l'Université ne présentent pas de risques importants pour leurs acteurs et actrices : « Nous sommes tout de même obligés de protéger les participantes et participants des études, de vérifier qu'il n'existe aucun risque et que ces personnes ont bien reçu une information claire et concise vis-à-vis de l'étude à laquelle elles et ils participent, des droits en rapport à leurs données. Mais généralement, nous avons affaire à des recherches présentant très peu de risques et moins intrusives que celles revues par des CPP », décrit Bernadette Martins. Constitué d'une trentaine de membres, le comité d'éthique

de la recherche de l'Université Paris-Saclay se réunit mensuellement pour traiter des études nécessitant son avis. « Un dossier est évalué par deux membres rapporteurs. Le jour de la séance, les deux membres discutent du projet et soulèvent avec le reste du comité les problématiques éthiques du dossier. Et suite à cela, nous donnons un avis que l'on envoie aux porteurs et porteuses du projet étudié pour corrections. Le but étant de donner un avis favorable aux projets étudiés », détaille Bernadette Martins.

(IRM) et d'autres ? Il y a eu beaucoup de débats sur le statut des instruments, beaucoup leur refusant d'être des moyens d'observation puisque ce sont des objets saturés de théories, de leur conception à leur utilisation et à l'interprétation des images produites. J'ai éprouvé, dès mon stage hospitalier, le besoin de comprendre quel rôle jouent ces outils de reconstruction et de visualisation d'images liées à des instruments d'imagerie médicale dans l'élaboration d'une connaissance. »

scientifique. « On peut par exemple mener une recherche souffrant d'un biais parce que la question traitée n'est finalement pas très intelligente ou pertinente. Il existe de beaux exemples de cela, notamment ceux identifiés par les chercheuses en épistémologie féministe. Une étude avait mis en avant des résultats selon lesquels les femmes sont inférieures aux hommes dans le domaine des mathématiques. Méthodologiquement, c'est une étude impeccable, significative statistiquement. Le résultat est objectif selon l'imaginaire commun. Mais il existe en fait un énorme défaut d'objectivité dans cette étude. Quelle était l'impulsion de départ ? Quel est le but de cette étude ? Ce résultat indiqué dans l'étude ne mérite-t-il pas d'être relativisé au regard de ce que l'on sait de notre société, où les petits garçons sont par exemple encouragés dès le plus jeune âge à s'intéresser aux sciences, à la mécanique, contrairement aux jeunes filles ? »

« Il y a une réelle préoccupation concernant la déformation ou l'embellissement des données grâce à ces outils de traitement d'images, qui sont pourtant massivement utilisés et indispensables pour mettre les phénomènes en image. C'est ce tiraillement qui m'a intéressé. » — Vincent Israël-Jost

L'observation comme questionnement éthique et épistémologique

Vincent Israël-Jost est membre de l'équipe Recherche en éthique et épistémologie du Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP – Univ. Paris-Saclay, UVSQ, Inserm), qui consacre son temps à l'analyse des pratiques scientifiques, notamment dans le domaine médical, et de leurs mutations. Au sein de cette équipe, le chercheur étudie le rapport aux observations médicales, une thématique par laquelle, après des premières études en mathématiques, il est arrivé à la recherche en éthique et en épistémologie – l'étude critique de la science et de la connaissance scientifique. « J'ai commencé par faire des mathématiques, un peu par défaut, raconte-t-il. J'ai effectué un stage en milieu hospitalier, pour travailler sur de l'imagerie médicale et notamment des cœurs qui battent. C'est à partir de ce stage et du mémoire qui en a découlé que j'ai commencé à élaborer un questionnement philosophique sur l'imagerie. » Vincent Israël-Jost effectue ensuite deux thèses : une en mathématiques appliquées à la tomographie d'émission monophotonique (TEMP), puis une seconde, quelques années plus tard, intitulée *L'observation scientifique : aspects philosophiques et pratiques*. « L'observation, c'est une catégorie très importante de la philosophie de la connaissance pour expliquer comment on produit une connaissance sur le monde, explique le chercheur. Et l'observation intervient très vite dans ce processus : que cela concerne l'astronomie, la biologie, etc. : à un moment il faut regarder quelque chose. L'observation joue le rôle de point de contact avec le monde. C'est ensuite à partir de ces observations que l'on peut inférer des théories. Et traditionnellement, l'observation est conçue comme étant visuelle et nous mettant directement en présence des phénomènes. Dès lors, qu'en est-il des instruments comme les radiotéléscopes, l'imagerie par résonance magnétique

Au cours de ses recherches, Vincent Israël-Jost relève toutefois l'ambivalence quant à l'utilisation d'images issues d'instruments médicaux qui ont une dimension composite, à la fois reflets de la nature, et calculées, recréées de toutes pièces par des algorithmes. « Ce qui m'a frappé, c'est la méfiance de certaines institutions et notamment des revues scientifiques à l'égard de ces images traitées par algorithmes. Quand on regarde les recommandations de grandes revues comme Nature, on lit qu'il ne faut pas, si possible, utiliser de traitements d'images ou de données, ou le plus légèrement possible. Il y a une réelle préoccupation concernant la déformation ou l'embellissement des données grâce à ces outils de traitement d'images, qui sont pourtant massivement utilisés et indispensables pour mettre les phénomènes en image. C'est ce tiraillement qui m'a intéressé », détaille le chercheur.

Outre l'observation, l'objectivité est également une notion que Vincent Israël-Jost étudie. « Je trouve que la science souffre beaucoup d'une mauvaise conceptualisation de l'objectivité, explique le chercheur. C'est un mot que tout le monde connaît, chargé d'une connotation reliée à la science de précision, d'expérimentation et de haute technologie dans l'imaginaire collectif. » Or, dans la pratique de la science, l'objectivité signifie également un questionnement relatif aux biais possibles, et ce à chaque instant du processus

Vaccination et Covid-19 : un terrain d'actualité et propice à la réflexion éthique

En parallèle de ses intérêts pour l'observation et l'objectivité, Vincent Israël-Jost conduit, avec ses collègues de l'équipe Recherche en éthique et épistémologie, et ce depuis le début de la pandémie de Covid-19, des études concernant cette crise sanitaire extraordinaire ainsi que, plus généralement, la vaccination. Ces études ont mené à la parution d'un livre, *Éthique vaccinale – ce que nous a appris la crise sanitaire*, co-écrit avec Paul-Loup Weil-Dubuc, également chercheur au sein de l'équipe Recherche en éthique et épistémologie. Derrière ce livre, une ambition : traiter d'un sujet d'actualité brûlante et de santé publique le plus largement possible. « Ma préoccupation principale était d'éviter les angles morts, confirme Vincent Israël-Jost. Il fallait que ce livre, qui traite de vaccination, parle de tous les grands sujets, ce qui inclut la priorisation vaccinale, l'hésitation vaccinale, l'impact des confinements, etc. » Pour écrire ce livre, les deux chercheurs ont fait appel à des spécialistes, universitaires ou non, dans un but de construction d'un socle de connaissances sur la thématique. « Nous étions dans une demande de clarification scientifique, précise Vincent Israël-Jost. Il y avait par exemple cette notion de vaccins à ARN messenger ou encore le concept d'efficacité des vaccins qui nous étaient inconnus. La première étape pour nous a donc été de nous tourner vers des infectiologues, mais aussi des médecins et des personnes issues du monde associatif, afin de nous constituer une culture autour du vaccin. » Fruit d'un véritable travail collectif, le livre – dont la rédaction de certains chapitres a été confiée auxdits spécialistes – est paru en 2023.

« Ma préoccupation principale était d'éviter les angles morts. Il fallait que ce livre, qui traite de vaccination, parle de tous les grands sujets, ce qui inclut la priorisation vaccinale, l'hésitation vaccinale, l'impact des confinements, etc. » — Vincent Israël-Jost

« On dit souvent, en médecine, que pour être valable, le consentement doit être éclairé, c'est-à-dire informé. Auprès des notaires, j'ai découvert toute la difficulté qu'il y a à déterminer si un consentement est libre, c'est-à-dire non contraint. Il faut en effet s'assurer que la personne, avec une fragilité cognitive, n'est pas sous l'emprise d'un tiers qui exerce sur elle ce que nous appelons une influence abusive. » — Fabrice Gzil

« En éthique, le diable se loge dans les détails. »

Plus loin dans les locaux de l'équipe Recherche en éthique et épistémologie, Fabrice Gzil, professeur associé à la Faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay, se remémore comment il en est arrivé à travailler au sein de cette équipe, ainsi qu'en tant que co-directeur de l'Espace éthique Île-de-France – véritable espace de débats, de réflexion et de développement d'une culture éthique. « J'étais professeur de philosophie au lycée. Je m'étais passionné pour l'histoire de la philosophie, mais j'avais envie que ces réflexions, ces concepts soient mis au service de questions que se posent aujourd'hui des biologistes et des médecins, raconte Fabrice Gzil. Il y avait, à l'époque, la synthèse des premiers médicaments contre la maladie d'Alzheimer, les anticholinestérasiques. Quelques études suggéraient que ces médicaments pouvaient être plus efficaces sur une certaine sous-population, d'un point de vue génétique. La question était alors : faut-il réaliser un génotype et répertorier son patrimoine génétique à chaque patient venant en consultation avant de prescrire ce médicament ? C'était une évidence, pour les médecins que j'ai rencontrés à l'époque, qu'un philosophe vienne réfléchir à ces problématiques avec eux. »

Depuis lors, Fabrice Gzil a suivi des biologistes, des médecins et des soignants intéressés par la maladie d'Alzheimer et le vieillissement. « J'étais en blouse, j'assistais aux expérimentations biologiques, mais aussi aux consultations et au travail courant de soins. Je suivais les séances de tests diagnostiques. Je suis allé rencontrer des patientes et patients chez elles et eux ou en Établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD). Je voulais être immergé dans le quotidien, dans la vie "concrète" de cette maladie. Mon étude était centrée autour de la question du respect de l'autonomie lorsque celle-ci est fragilisée par la maladie », résume le chercheur.

Pendant une quinzaine d'années environ, depuis sa thèse soutenue en 2007, Fabrice Gzil s'est attelé à étudier l'épistémologie de la recherche sur cette pathologie et les nombreuses et difficiles questions d'éthique qu'elle soulève. Il a notamment suivi de près les nombreuses professions

liées à la maladie. « Mon travail a beaucoup consisté à aller sur le terrain pour comprendre la spécificité des différents métiers confrontés à la maladie d'Alzheimer. On sait que 23 métiers différents interviennent auprès des malades et de leurs familles. Les aides-soignantes et aides-soignants, les gériatres, les neurologues, mais aussi les notaires et les mandataires judiciaires exerçant des mesures de protection (curatelle, tutelle). Il y a aussi les ergothérapeutes, les orthophonistes, les spécialistes en psychomotricité pouvant intervenir au besoin. Je me suis imprégné des problématiques que chaque corps de métier rencontre », explique Fabrice Gzil. Il s'est notamment intéressé aux questions juridiques entourant la maladie d'Alzheimer. « Les questionnements sont différents selon le métier. Les juges doivent déterminer si une personne malade a besoin d'une mesure de protection juridique. Les notaires, de leur côté, doivent s'assurer que la personne est encore capable de réaliser, avec le discernement requis, un acte notarié (testament, donation par exemple). On dit souvent, en médecine, que pour être valable, le consentement doit être éclairé, c'est-à-dire informé. Auprès des notaires, j'ai découvert toute la difficulté qu'il y a à déterminer si un consentement est libre, c'est-à-dire non contraint. Il faut en effet s'assurer que la personne, avec une fragilité cognitive, n'est pas sous l'emprise d'un tiers qui exerce sur elle ce que nous appelons une influence abusive. »

Pendant un an, Fabrice Gzil a échangé avec des notaires et réalisé auprès d'eux une enquête. Au terme de ce travail et en collaboration avec le Conseil supérieur du notariat, il a édité une brochure d'une vingtaine de pages expliquant au corps notarial comment repérer les troubles cognitifs chez une personne, comment déterminer si ceux-ci ont un impact sur la capacité à prendre des décisions ou si la personne est victime d'influence abusive. « Ces travaux ont été présentés au Congrès des notaires de France en 2020 et ils font désormais partie de leur patrimoine, de leur manière de raisonner. C'est donc une éthique impliquée mais également, grâce à des objets comme cette brochure, appliquée. Nous avons, aux côtés des notaires, des gériatres et de toutes les autres professions autour de la maladie d'Alzheimer, bâti des notions et

des réflexions qui ont aussi enrichi la réflexion éthique et philosophique. C'est par cette immersion, en se "frottant" à toutes ces réalités, que l'on réinvente les concepts éthiques et philosophiques », résume Fabrice Gzil.

Dans le cadre du programme *Global Citizens Assembly on Genome Editing* (Assemblée globale et citoyenne sur l'édition du génome), organisé par l'Organisation des Nations Unies (ONU), l'Espace éthique d'Île-de-France a mis en place une série de débats citoyens portant sur l'édition du génome et ses applications dans diverses disciplines (agriculture, santé, etc.). Fabrice Gzil et ses collègues ont profité de l'occasion pour inviter des élèves de lycées franciliens à participer aux débats. « Nous avons fourni un dossier documentaire aux élèves et organisé des rencontres avec des expertes et experts du génome pour préparer des interventions. Nous avons construit des synthèses appréhendables portant sur les avancées concernant l'édition du génome, les actrices et acteurs de cette thématique, les types de problèmes que pourrait résoudre l'édition du génome, etc. Même si nous avons une visée pédagogique, nous avons veillé à ne pas schématiser les interventions. Car en éthique, le diable se loge dans les détails. Cela a permis d'animer le débat, d'apprendre aux lycéennes et lycéens à débattre de manière démocratique et critique, à s'écouter et à s'enrichir », confie le chercheur. Les élèves ont ensuite participé à l'élaboration d'une cartographie des controverses sur le sujet, représentant les problématiques soulevées pendant les débats. Selon Fabrice Gzil, cet exercice est particulièrement intéressant car il donne la parole à une population souvent ignorée des espaces publics : « L'édition du génome peut avoir un impact sur les générations futures. Or les jeunes générations ne sont pas toujours présentes dans les débats sur la bioéthique. Ces rencontres permettent de transmettre des compétences de débat aux futures citoyennes et futurs citoyens, et de recueillir leur avis sur ces questions complexes », conclut-il.

📖 Références

Tannou T., et al., How do geriatricians evaluate decision-making ability for older adults with cognitive impairment? Results from an European survey, *European Geriatric Medicine*, Vol. 14 Issue 5, 2023.

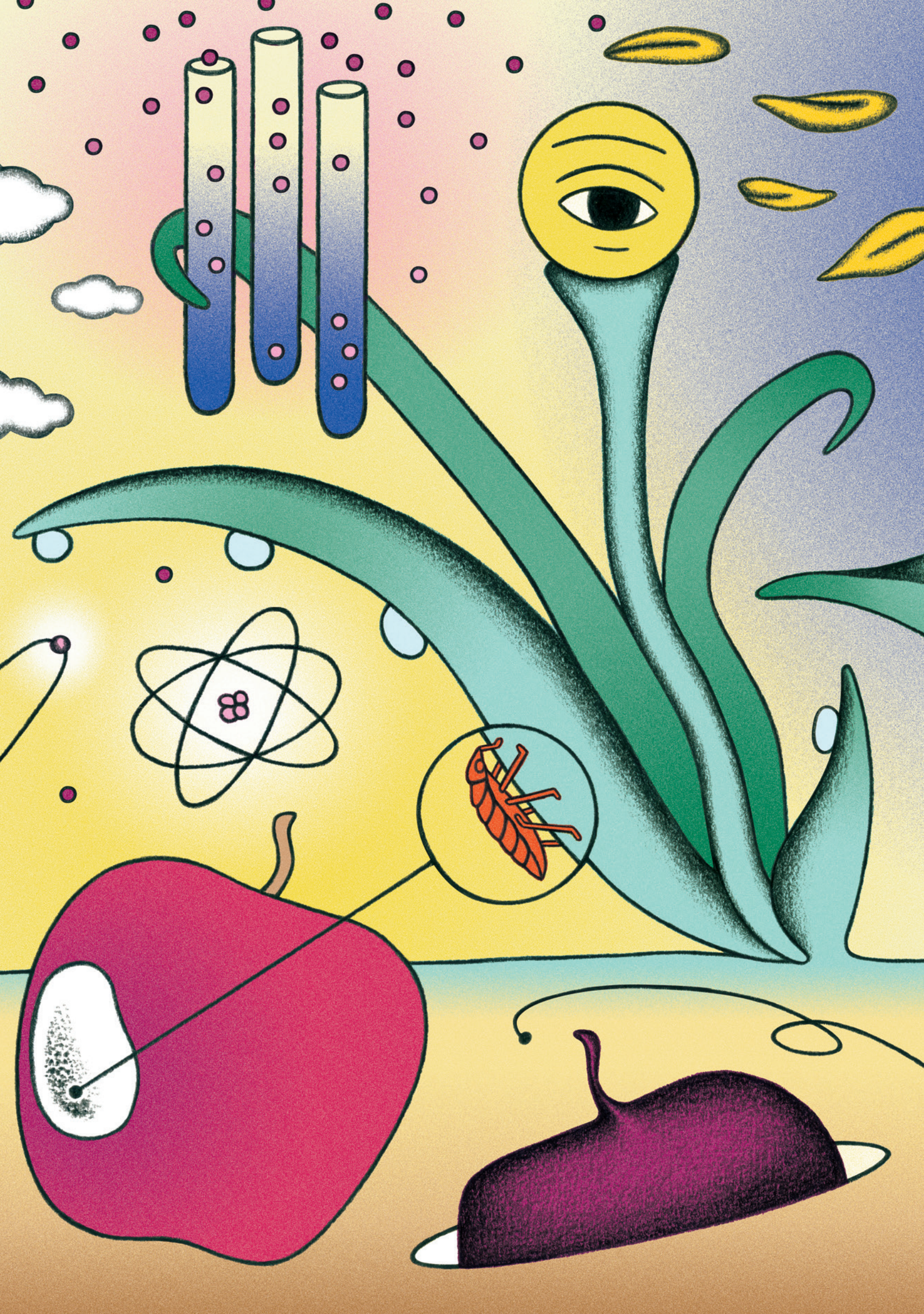
Adamsbaum C., et al., Medical triage in radiology, a daily reality. Are we aware of it?, *Journal d'imagerie diagnostique et interventionnelle*, 2023.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/recherche/polethiis-ethique-et-integrite/comite-dethique-de-la-recherche>

Sébastien Claeys. Édition du génome. Rapport de la concertation citoyenne en Île-de-France. Espace éthique Île-de-France, 2022.

Gzil F., Le notaire face aux citoyens en situation de handicap cognitive. *Repères pour la pratique*. Fondation Médéric Alzheimer, Paris, 2014.

Fabrice Gzil. La maladie d'Alzheimer : problèmes philosophiques. *Presses universitaires de France*, 2009.



La presse internationale

The New York Times

Timepieces with a mission

"There are concepts similar to ours, treatments have been developed," said Dr. Helge Amthor, who is leading the SQY51 trial and also is a professor of pediatric neurology at University Paris-Saclay. "However, not sufficiently efficient to really change the disease course."
<https://www.nytimes.com/2023/09/13/fashion/only-watch-auction-duchenne-muscular-dystrophy.html>

PHYS.ORG

Food from urban agriculture has carbon footprint six times larger than conventional produce, study shows

A new University of Michigan-led international study finds that fruits and vegetables grown in urban farms and gardens have a carbon footprint that is, on average, six times greater than conventionally grown produce.
<https://phys.org/news/2024-01-food-urban-agriculture-carbon-footprint.html>

THE TIMES

French cheeses 'risk extinction' because of fungi decline

Lack of genetic diversity in factory-produced strains threatens camembert and brie.
<https://www.thetimes.co.uk/article/french-cheeses-risk-extinction-fungi-decline-87xw6djhr#:~:text=The%20National%20Centre%20for%20Scientific,a%20report%20on%20its%20website>

Forbes

Vast 'Galaxy Bubble' A Billion Light Years Wide Discovered By Accident

The same team of scientists that discovered that our Milky Way is one of 100,000 galaxies inside a supercluster has now found a larger structure deeper into the universe.
<https://www.forbes.com/sites/jamiecartereurope/2023/09/15/vast-galaxy-bubble-a-billion-light-years-wide-discovered-by-accident/>

EL PAÍS

Descubiertas las estructuras bacterianas más antiguas que llenaron el planeta de oxígeno

Cianobacterias de hace 1.750 millones de años ya contaban con un instrumento presente en la fotosíntesis de algas y plantas actuales.
<https://elpais.com/ciencia/2024-01-04/descubiertas-las-estructuras-bacterianas-mas-antiguas-que-llenaron-el-planeta-de-oxigeno.html>

THE TIMES OF INDIA

Hijacking hosts: Parasitic worms may borrow genes to manipulate behavior

Scientists have discovered that horsehair worms possess a wide range of genes that enable them to manipulate their host insects, particularly mantises. The genes may have been acquired directly from the parasitized mantises, a process known as horizontal gene transfer. The study's lead author, Tappei Mishina, and his team sequenced the messenger RNA of the parasites and mantis brains, revealing over 3 100 parasite genes involved in the manipulation process.
<https://timesofindia.indiatimes.com/home/science/hijacking-hosts-parasitic-worms-may-borrow-genes-to-manipulate-behavior/articleshow/104636036.cms>

CORRIERE DELLA SERA

Intelligenza Artificiale, in Francia apre Kyutai, il primo laboratorio di ricerca europeo indipendente sul tema

Tra i principali investitori il gruppo Iliad, l'ex Ceo di Google Eric Schmidt e Rodolphe Saadé, presidente del gruppo logistico CMA CGM.
https://www.corriere.it/tecnologia/23_novembre_20/intelligenza-artificiale-in-francia-apre-kyutai-il-primo-laboratorio-di-ricerca-europeo-indipendente-sul-tema-e3237410-2c3a-4859-aa8d-2f841ef5b1k.shtml

ESTADÃO

Compreender o patrimônio para compreender a nossa humanidade

Nas últimas décadas, a atenção ao patrimônio cultural, material e imaterial vem aumentando consideravelmente em todo o mundo por se tratar de um recurso valioso para diversos setores, mas notadamente para o turismo. A cultura e o turismo tornaram-se, assim, um binômio de grande potencial para o desenvolvimento local, visto a capacidade de explorar comercialmente a descoberta de histórias, monumentos, culturas e memória do passado.
<https://www.estadao.com.br/politica/blog-do-fausto-macedo/compreender-o-patrimonio-para-compreender-a-nossa-humanidade/>

Poser pour la liberté

Au LUMEN, l'exposition qui donne à voir l'exil forcé des scientifiques

Du 10 novembre au 22 décembre 2023, le LUMEN a accueilli l'exposition *Poser pour la liberté*, conçue par Pascale Laborier et Pierre-Jérôme Adjedj. Respectivement professeure de science politique de recherche à l'Institut des sciences sociales du politique (ISP - Univ. Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS, Univ. Paris Nanterre) et auteur, metteur en scène et photographe, ils se sont associés dans ce projet de représenter l'exil auquel sont contraints de nombreux membres de la communauté académique. Le dispositif qu'ils ont conçu dresse le portrait de ces personnes en lui superposant des objets qui racontent leur exil. Un court texte décrivant le parcours des chercheurs ou chercheuses exilées accompagne chaque photographie.

Les raisons qui contraignent à l'exil les scientifiques dans le monde sont multiples. Comme pour cette pharmacienne syrienne, aujourd'hui en thèse à Lyon, c'est parfois la violence de la guerre qui les chasse de leur pays. Sur le panneau de l'exposition *Poser pour la liberté*, on distingue, en arrière-plan de son portrait souriant, sa maison, détruite par les bombardements. D'autres fois, c'est le durcissement du régime politique qui force l'exil, comme en témoigne ce docteur turc, qui « ne supportait pas la chute de plomb politique qui s'était abattue sur le pays ». Son confrère turc laisse apparaître, sur son portrait, la sacoche étanche qui a transporté ses papiers alors qu'il fuyait par la mer.

De par le monde, la communauté académique est souvent une cible privilégiée des répressions instaurées par certains régimes. La liberté académique s'appuie en effet sur d'autres libertés fondamentales : d'opinion, d'expression et de réunion. En conséquence de quoi, à chaque régression démocratique, l'activité scientifique figure au rang des premières cibles.

De par le monde, la communauté académique est souvent une cible privilégiée des répressions instaurées par certains régimes.

L'accueil des exilés s'institutionnalise

En France et notamment à l'Université Paris-Saclay, les communautés s'organisent pour accueillir au mieux les personnels de recherche et les étudiantes et étudiants contraints de quitter leur pays d'origine. Au sein de la Direction des relations internationales et européennes (DRIE), le pôle accueil international s'efforce d'orienter les étudiantes et étudiants vers les formations qui correspondent le mieux à leur parcours. De plus, en tant que membre du réseau Migrants dans l'enseignement supérieur (MEnS), l'Université a participé à la rédaction d'une demande d'admission adaptée. Cette procédure à destination des exilés simplifie l'inscription en formation. Le réseau MEnS a également conçu un diplôme d'université (DU) passerelle. D'une durée d'un an, il contient une formation intensive au français et accompagne les étudiantes et étudiants vers une



poursuite d'étude en France. À l'Université, celles et ceux nouvellement arrivés peuvent aussi se tourner vers l'Union des étudiants exilés, qui organise des permanences sur les campus d'Orsay et de Sceaux.

Par ailleurs, l'Université Paris-Saclay a accueilli plusieurs chercheuses et chercheurs dans le cadre du programme PAUSE, initié par le Collège de France en 2017. Ce programme finance leur accueil dans un laboratoire de l'Université pendant un an, ce qui facilite considérablement leur arrivée en France. En ce moment, quatorze chercheurs et chercheuses bénéficient de ce programme.

La réalité de l'exil : la somme de toutes les difficultés

Bien que salvateurs, les programmes d'aide n'éliminent pas complètement la dureté de l'exil. D'ailleurs, une fois en Europe, les exilés du monde académique expérimentent la même précarité de l'emploi et la même longueur de parcours que leurs homologues nationaux : « Je ne suis plus une universitaire en danger ; je suis l'une des milliers d'universitaires au chômage, précaires dans le marché

de travail académique européen... », confie l'une d'entre elles. Les exilés portraitisés relatent souvent plusieurs étapes avant de réussir à atteindre un pays d'accueil à la situation politique plus stable. Or, l'exil « c'est tout en même temps », souligne Elisa Pekelder, responsable du pôle accueil international à l'Université Paris-Saclay : « la recherche de logement, la question de la sécurité sociale, la barrière de la langue s'ajoutent à cette recherche de statut académique ».

Dans l'intime également, l'exil est une tragédie, celle d'une vie nouvelle où il est interdit de s'attacher. « Les gens gardent ce qui les rattache à leur passé mais, pour un éternel voyageur qui n'a pas de maison, ces choses n'existent presque pas... », raconte un ingénieur anonyme. Dans le même temps, l'espoir de retourner dans le pays d'origine est maigre. D'après Pascale Laborier, seuls 5 % des scientifiques y parviennent. C'est le cas de Fernando Lema, qui a fui l'Uruguay lors de l'avènement de la dictature. À la chute de celle-ci, il est rentré et a participé à reconstruire la recherche dans son pays. Sur un des panneaux de l'exposition, son portrait se superpose à une photo de l'Institut Pasteur de Montevideo, qu'il a contribué à mettre sur pieds.

Comme le met très justement en évidence Chantal Escudié, chargée de mission étudiants exilés à la DRIE, « les laboratoires ont toujours été force d'accueil ». Lorsque la situation se tend dans un pays, les réseaux de scientifiques internationaux s'organisent pour trouver stages, financements et contrats afin d'accueillir les confrères en danger. Ce sont toutes ces facettes de l'exil que Pascale Laborier et Pierre-Jérôme Adjedj rendent visibles dans leurs portraits. <https://www.poserpourlaliberte.fr/>



© Université Paris-Saclay

NeuroPSI

Un centre d'études du cerveau
flambant neuf



© Carlos AYESTA / EPA Paris-Saclay

À l'été 2023, l'Institut de neurosciences Paris-Saclay (NeuroPSI - Univ. Paris-Saclay, CNRS) s'est doté d'un nouveau bâtiment, d'une surface de plus de 16 000 m², situé dans l'enceinte du CEA Paris-Saclay. Celui-ci fait partie d'un nouveau pôle de recherches en neurosciences, composé également du centre de recherche pour l'innovation en imagerie cérébrale (NeuroSpin - Univ. Paris-Saclay, CEA) et de la plateforme nationale Transgénèse pour les études fonctionnelles sur les organismes modèles - Paris-Saclay (TEFOR Paris-Saclay - Univ. Paris-Saclay, CNRS, INRAE).

Composé de 21 équipes de recherche et de 240 scientifiques, NeuroPSI participe activement au développement de la recherche en neurosciences fondamentales, de manière multidisciplinaire et à toutes les échelles (neurosciences cognitives ou computationnelles, étude des

Composé de 21 équipes de recherche et de 240 scientifiques, NeuroPSI participe activement au développement de la recherche en neurosciences fondamentales, de manière multidisciplinaire et à toutes les échelles.

signalisations cellulaires ou des cellules souches, etc.), avec pour axe le cerveau en tant que système dynamique hautement complexe. Cette nouvelle synergie entre l'Institut et ses nouveaux voisins ouvre la voie à de plus amples études de modèles animaux particuliers, comme le poisson zèbre ou le xénope, deux espèces de poissons étudiées à TEFOR Paris-Saclay.

<https://neuropsi.cnrs.fr/>

Conjuguer carrière sportive de haut niveau et études universitaires

Un défi du quotidien

Aujourd'hui, plus de 120 étudiantes et étudiants de l'Université Paris-Saclay sont engagés dans une carrière de sport à haut niveau en même temps que leurs études. Comment concilient-ils ces deux emplois du temps ? Quelles infrastructures et quels aménagements sont déployés pour faciliter le quotidien et la réussite, sportive et scolaire, de ces étudiantes et étudiants ?

Plus d'une centaine : à l'Université Paris-Saclay, on recense environ 121 étudiantes et étudiants engagés, en parallèle de leurs études, dans une carrière sportive professionnelle ou professionnalisante. Comment coupler la vie de sportif ou sportive, des entraînements réguliers (parfois plusieurs fois par jour), des déplacements fréquents (aux quatre coins de l'Île-de-France, du pays voire du globe) avec le quotidien universitaire et des cours magistraux, travaux dirigés et examens ?

Parmi ces 121 étudiantes et étudiants, une grande majorité sont considérés comme des sportifs et sportives de haut niveau (SHN) et sont inscrits sur des listes du ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse, des Sports et des Jeux olympiques et paralympiques. À cette liste s'ajoute une vingtaine de noms, sélectionnés par un comité propre à l'Université Paris-Saclay, d'étudiantes et étudiants n'atteignant pas les critères sélectifs des listes SHN mais reconnus par l'Université comme sportifs et sportives de haut niveau universitaire (SHNU) et ayant ainsi droit à des aménagements et dispositifs proches de ceux réservés aux SHN. « Notre objectif, c'est de mettre nos étudiantes et étudiants en situation de réussite », abonde Olivier Jaoui et Ivan Dury, référents SHN à l'Université Paris-Saclay, respectivement au Service universitaire des activités physiques et sportives (SUAPS) et à la Faculté des sciences du sport.

Majoritairement inscrits au sein de cette Faculté, les SHN et SHNU sont étudiantes et étudiants en licence et master de sciences et techniques des activités physiques et sportives (STAPS) ou à l'École nationale de kinésithérapie et de rééducation (ENKRE), en partenariat avec la Faculté de médecine de l'Université, mais suivent également des études de management, de chimie, de mathématiques, etc.

Des aménagements et un accompagnement personnalisé

↓ Du rallongement de la durée de formation à la modulation des emplois du temps et des périodes d'exams, nombreux sont les outils à la disposition d'Olivier Jaoui et d'Ivan Dury pour faciliter le quotidien des jeunes sportifs et sportives inscrites. À la suite d'une première réunion de rentrée, chaque SHN et SHNU

obtient un emploi du temps sur mesure, lui permettant de suivre le plus grand nombre de cours possible tout en s'adaptant à la charge quotidienne que représente la pratique d'un sport à haut niveau. Céline Ould Hocine, étudiante en master 1 (M1) Management du sport à la Faculté des sciences du sport, est également footbaleuse au Paris FC, club engagé en première division du championnat de France et en Ligue des champions féminine de l'UEFA, deux des plus prestigieuses compétitions européennes de football. « Elle a de vraies difficultés à assister aux cours, mais elle a réussi à arriver jusqu'au M1 et est aujourd'hui capable de mener les deux de front. Il faut comprendre que, du fait de ses sollicitations en tant que footbaleuse, elle s'entraîne deux fois par jour et joue deux matchs par semaine, avec des déplacements dans toute la France voire toute l'Europe plusieurs fois par mois, par moment en plein milieu de la semaine », précise Ivan Dury. Lorsque les emplois du temps universitaire et sportif se chevauchent, Olivier Jaoui et Ivan Dury s'attellent à rendre possible le suivi des cours. « Je leur conseille de se rendre le plus possible en cours, parce qu'on apprend jamais mieux qu'en étant présent et aussi

pour créer du lien et sortir les sportifs et sportives de leur bulle du haut niveau, ajoute Ivan Dury. Quand ça n'est pas possible, je me charge de poster les cours manqués en ligne, d'organiser des prises de notes ou même des cours particuliers. En période d'exams, on crée des sessions spéciales. Elles et ils ont également la possibilité de décider de faire une année scolaire en deux ans. »

Une question d'adaptation

↓ Le quotidien de sportifs et sportives de haut niveau est également parsemé de surprises, qu'elles soient bonnes ou mauvaises, auxquelles il est nécessaire de s'adapter. « En tant que SHN ou SHNU, il faut savoir quoi prioriser et à quel moment. De bonnes performances sportives ouvrent parfois la voie à de nouvelles compétitions et donc à un nouvel aménagement scolaire. Mais l'inverse est possible aussi : une blessure peut être vécue comme une période très difficile. Notre tâche, en tant que référents, c'est, à ce moment-là, de présenter cette période comme une opportunité scolaire de participer à plus de cours que prévus », relève Ivan Dury. « Parfois les blessures amènent de nouvelles réflexions, notamment sur la poursuite ou non d'une carrière sportive », complète Olivier Jaoui. « C'est très gratifiant d'accompagner ces étudiantes et étudiants et de faciliter leur quotidien très chargé. Nous essayons au mieux de faire du sport une activité vertueuse », concluent les deux référents.

Le Hall of Fame de l'Université Paris-Saclay

Ces derniers mois, de nombreux sportifs et sportives de haut niveau de l'Université Paris-Saclay ont triomphé lors de compétitions nationales et internationales. Félicitations à elles et eux !

Margaux Bailleul

Aviron - 4^e au Championnat d'Europe 2023 (Deux de couple).
3^e année à l'ENKRE (École nationale de kinésithérapie et de rééducation)

Maxime Grousset

Natation - Champion d'Europe 2023 - 100 m (Nage libre petit bassin), champion du monde 2023 (100 m papillon).
2^e année à l'ENKRE

Jade Le Guilly

Football - Joueuse du Paris-Saint-Germain et championne de France 2021
L3 Entraînement sportif

Yohann Ndoye Brouard

Natation - Champion d'Europe 2022 (200 m dos), vice-champion d'Europe 2023 (100 m dos).
2^e année à l'ENKRE

Céline Ould Hocine

Football - Joueuse du Paris FC - championne de France 2019 (moins de 19 ans)
Master 1 Management du sport

Antoine Robert

Hockey sur gazon - Vice-champion du monde 2023 (moins de 21 ans)
L1 Sciences et techniques des activités physiques et sportives (STAPS)

Julia Tolofua

Judo - Vice-championne du monde de judo 2023 (+ de 78 kg)
1^{re} année à l'ENKRE

Entre préparation olympique et études de kiné

Margaux Bailleul raconte sa double vie

Le sport de haut niveau est un mode de vie particulièrement exigeant, gouverné par des objectifs ambitieux. Ceux-ci sont évidemment sportifs mais également professionnels, car la seconde partie de carrière doit être anticipée par l'athlète. C'est pourquoi nombre de jeunes sportifs et sportives cumulent sport et études. À l'Université Paris-Saclay, elles et ils sont notamment nombreux parmi les promotions de l'École nationale de kinésithérapie et de rééducation (ENKRE).

C'est difficile à croire mais c'est bien par hasard que Margaux Bailleul commence l'aviron à douze ans, alors à la recherche d'un sport praticable en hiver. Toutefois, elle se qualifie rapidement pour les championnats de France et termine quatrième. C'est à ce moment-là qu'elle décide : « *Je ne serai plus jamais au pied du podium, on ne s'entraîne pas pour ça* ». Cela marque le début d'un parcours au sommet de l'aviron français. Depuis, Margaux Bailleul a été titrée dix-sept fois championne de France, dont dix en individuel.

En parallèle de sa carrière sportive, elle a pour projet de devenir kinésithérapeute, spécialisée en pédiatrie. Elle est aujourd'hui étudiante de l'École nationale de kinésithérapie et de rééducation (ENKRE), partenaire de la Faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay. Une fois son baccalauréat en poche, Margaux rejoint l'Institut national du sport, de l'expertise et de la performance (INSEP) et s'inscrit, dans le cadre d'une convention collective entre les deux établissements, en licence de sciences et techniques des activités physiques et sportives (STAPS) de l'Université Paris-Est Créteil (UPEC), dont les cours sont dispensés à l'INSEP. « *J'avais la chance d'être en classe à l'INSEP. Pour pouvoir m'entraîner, c'était plus pratique* », précise la rameuse.

Une école qui s'adapte à ses sportifs et sportives

À la fin de cette première année d'étude, elle intègre l'ENKRE et se voit proposer un parcours aménagé pour sportives de haut niveau. En particulier, ses années sont dédoublées : « *je fais une année de formation en deux ans* », explique Margaux Bailleul. Elle n'a donc que la moitié de la charge de cours chaque année. Cette adaptation est indispensable pour assurer à la sportive de s'entraîner quotidiennement et de se préparer au mieux pour ses nombreuses compétitions : deux séances d'aviron sur bateau ou en ergomètre, une machine simulant l'action de l'aviron, le matin, et une séance de musculation le soir. « *Je ne peux aller en cours qu'entre 13h et 17h* », résume la sportive et étudiante.

Par ailleurs, seules certaines matières peuvent être étudiées à distance, « *mais en kiné, avec les travaux pratiques (TP), ce n'est souvent pas possible* ». Margaux Bailleul a

également la possibilité de délocaliser les partiels s'ils ont lieu pendant une compétition. « *Les partiels ont lieu en ligne et une personne de l'équipe est certifiée pour nous surveiller* », explique-t-elle.

Maintenir tous les voyants au vert

Au-delà d'une formation universitaire, ce sont tous les aspects de la vie quotidienne qui doivent s'adapter aux exigences du haut niveau, alors même que l'aviron n'est pas reconnu comme un sport professionnel en France. « *On n'est pas rémunéré, on doit assurer nos arrières* », précise Margaux Bailleul. Depuis octobre, la sportive fait partie de l'« *armée des champions* », une unité de l'armée de Terre lui assurant un solde et de quoi financer sa carrière sportive. En dehors de quelques jours de l'année consacrés à cette activité, elle est entièrement détachée afin de suivre son programme d'entraînement et les compétitions.

Au-delà d'une formation universitaire, ce sont tous les aspects de la vie quotidienne qui doivent s'adapter aux exigences du haut niveau, alors même que l'aviron n'est pas reconnu comme un sport professionnel en France.

Une fois les finances trouvées, la sportive doit équilibrer sa vie en maintenant les trois curseurs au bon niveau : le sport, les études et la vie familiale et sociale. Pour 2024, année des Jeux olympiques et paralympiques (JOP) de Paris, la sportive a opté pour une année de césure à l'ENKRE : « *C'est l'année la plus intense, où on fait un peu plus d'entraînement, souffle-t-elle. Finalement, j'ai un peu diminué l'école et favorisé de rentrer chez moi voir mes proches dès que possible.* »

Trouver le bon accompagnement

Cette vie intense nécessite de la rameuse une attention particulière à son bien-être. Depuis le début de sa carrière sportive, Margaux Bailleul a appris à gérer le stress : « *On a fait des erreurs avant et on*



Margaux Bailleul (à gauche) et sa coéquipière © FFAviron / Julia Kowacic.

s'en sert », résume-t-elle. En revanche, elle et son entourage sont particulièrement vigilants à la fatigue. « *La fatigue entraîne une baisse de motivation, des difficultés à réviser, à se concentrer. C'est un cercle vicieux.* » Pour en sortir, elle peut compter sur ses proches. La famille, deux coachs, un préparateur physique et le corps médical de l'INSEP constituent un solide appui afin de maintenir le moral et d'optimiser la préparation mentale.

Actuellement, avec l'équipe de France, la rameuse enchaîne les compétitions pour qualifier des bateaux sur chaque épreuve des JOP. Avec sa coéquipière, elle a déjà qualifié un bateau en deux de couple, course avec deux rameuses par bateaux portant chacune deux rames. Les sélections nationales des rameuses qui iront aux épreuves olympiques auront lieu prochainement. En attendant, « *on continue à s'entraîner pour être performante et avoir seulement à répéter le geste, sans rien inventer* », conclut la sportive de haut niveau.

L'agenda

Hiver / Printemps 2024

On y était

FÉVRIER

📍 EDF Lab Paris-Saclay, Palaiseau
🏠 Communauté d'agglomération Paris-Saclay, Le Point, Région Île-de-France, département de l'Essonne, Impulse Partners, Université Paris-Saclay
29 fév & 1^{er} mars



Festival Paris-Saclay Summit 2024 – Choose Science

La première édition du Paris-Saclay Summit a été l'occasion de mettre la science au cœur de la société et d'en révéler le rôle crucial pour répondre aux grands enjeux du 21^e siècle. Ce sommet a réuni des scientifiques, dont des experts de l'Université Paris-Saclay, des inventeurs, des citoyens, des politiques, des étudiants et des entrepreneurs, avec au programme, plus de cinquante conférences et rencontres-débats sur des thématiques de premier plan telles que la santé, l'intelligence artificielle, l'énergie, le climat, l'écologie, l'alimentation, l'innovation ou le quantique.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/paris-saclay-summit-2024-choose-science>

Ne pas manquer

MARS

📍 Lumen – Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette
🏠 Graduate School Mathématiques de Université Paris-Saclay
4 → 29 mars



Exposition Just Do Maths!

À travers une série de portraits d'enseignantes-chercheuses, cette exposition propose au public de plonger dans les univers scientifiques fascinants de dix mathématiciennes en mathématiques fondamentales et appliquées, issues de

différents instituts et laboratoires de recherche liés à l'Université Paris-Saclay. Cette exposition vient en complément des portraits scientifiques publiés sur le site Internet de l'Université et offre un aperçu de l'engagement des mathématiciennes et de leur expérience en tant que femmes en mathématiques. D'abord exposée au Lumen, avec une inauguration le 5 mars prévoyant un atelier de parole ouvert à toutes et tous sur la parité en mathématiques, *Just Do Maths!* sillonnera différents sites de l'Université Paris-Saclay en 2024 et 2025.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/graduate-schools/graduate-school-mathematiques/mediation-et-actua-lites-graduate-school-mathematiques/just-do-maths-nos-mathematiciennes-contre-les-stereotypes>

📍 Campus d'Évry-Courcouronnes
🏠 Université d'Évry
4 → 25 mars



Festival de théâtre « La mère »

À l'initiative de la metteuse en scène et enseignante-chercheuse Isabelle Starkier, et avec le soutien du pôle arts & culture de l'université d'Évry, ce festival est l'occasion de mettre à l'honneur la culture pour enrichir notre existence et tisser un lien indispensable entre les individus. Il propose, pour cette 13^e édition, quatre spectacles explorant les facettes de cette figure complexe qu'est la mère.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/festival-de-theatre-la-mere>

📍 Salle de La Terrasse, Gif-sur-Yvette
🏠 Université Paris-Saclay
14 mars



Finale Université Paris-Saclay du concours

Ma Thèse en 180 secondes (MT180) 2024

180 secondes pour vulgariser sa recherche avec éloquence et pas une seconde plus ! MT180 est une compétition qui permet aux doctorantes et doctorants, et aux docteurs et docteurs 2022 de l'Université Paris-Saclay, de présenter leur sujet de recherche, en français et en termes simples, à un auditoire profane et diversifié. Chacun d'entre eux doit faire, en trois minutes, un exposé clair, concis et surtout convaincant de son projet de recherche. Le tout avec l'appui d'une seule diapositive.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/finale-universite-paris-saclay-du-concours-ma-these-en-180-secondes>

AVRIL

📍 Bâtiment Bouygues de CentraleSupélec, Gif-sur-Yvette
🏠 Graduates Schools Sciences de l'ingénierie et des systèmes, et Informatique et sciences du numérique de l'Université Paris-Saclay
25 avril

Journée de l'après- thèse 2024

L'objectif de cette journée mêlant conférences et tables rondes est d'informer les doctorantes et doctorants de l'Université sur les devenir professionnels qui leur sont possibles dans différents secteurs : académique, industriel et entrepreneurial.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/journee-de-lapres-these-2024>

MAI

📍 Campus HEC Paris, Jouy-en-Josas
🏠 French Tech Paris-Saclay, Région Île-de-France, EPAPS
16 & 17 mai



Paris-Saclay SPRING 2024

L'Université Paris-Saclay participe à ce salon qui réunit les acteurs de l'innovation, de la recherche, de la science et du développement économique du territoire Paris-Saclay, avec au programme des conférences, des workshops, des keynotes, des pitches de start-up et un show-case de 50 start-up les plus prometteuses de l'environnement Paris-Saclay, des meetings en B2B, six villages innovation thématiques et un circuit de l'innovation.

<https://paris-saclay-spring.com/>

📍 Parc des expositions, Porte de Versailles, Paris
🏠 Publicis Groupe, Les Echos
22 → 25 mai



Viva Technology 2024

L'Université Paris-Saclay occupera un stand au salon de l'innovation technologique Viva Technology 2024, plus grand événement innovation en Europe, et en profitera pour présenter les projets de start-up et start-up issues de son environnement et de ses partenaires.

<https://vivatechnology.com/>

📍 Lieu 🏠 Hôte

À lire

Hiver 2024

The Conversation

Sanction contre Amazon : comment penser la surveillance des salariés sans tomber dans l'excès ?

Jean-Pierre Bouchez, directeur de recherche en sciences de gestion, professeur associé à l'Université Paris-Saclay et membre du laboratoire de recherche en management (LAREQUOI – Univ. Paris-Saclay, UVSQ), revient sur la condamnation récente de la filiale française d'Amazon par la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil) afin de questionner la problématique de la surveillance et du contrôle des salariés en télétravail et des outils déployés par les entreprises, et de décrire les réponses managériales possibles.

<https://theconversation.com/sanction-contre-amazon-comment-penser-la-surveillance-des-salaries-sans-tomber-dans-lexces-222222>

Bien-être et fausse médecine : quand la physique quantique est récupérée par les pseudosciences

Aymeric Delteil, chercheur CNRS au sein du Groupe d'étude de la matière condensée (GEMAC – Univ. Paris-Saclay, UVSQ, CNRS), met en exergue la tendance actuelle de détournement des concepts et du lexique de la mécanique quantique par les pseudosciences à des fins lucratives et la nécessité de rester vigilant face à de telles pratiques.

<https://theconversation.com/bien-etre-et-fausse-medecine-quand-la-physique-quantique-est-recuperee-par-les-pseudosciences-221258>

Membres du comité éditorial ayant participé au numéro :

Catherine Berrier, Reine Bou Fadel, Aude Brianto-Escande, Marie-Anne Debily, Bertille Decoupigny, Frédérique Delville, Myriam Denis-Ledru, Luisa Ferreira Dos Santos, Laurence Franchiset, Gaëlle Giraudier, Annelise Gounon-Pesquet, Alexandre Henry, Laurence Hoffmann, Olivier Kahn, Cheick Kalidou Ndaw, Tuline Laeser, Catalin Miron, Cécile Oriot, Lucie Peinturier, Cécile Pérol, Bertrand Poumellec, Léa Rémaud, Orlane Ruffine, Nicolas Sabouret, Jacqui Shykoff, Virginie Tallio

Directeur de la publication : **Camille Galap**

Directrice de la rédaction : **Karine Wecker**

Rédactrice en chef : **Véronique Meder**

Rédacteurs en chef adjoints : **Antoine Duval et Émeline Férard**

Rédacteurs : **Jeanne Bourdier, Eva Desvigne-Hansch, Antoine Duval, Émeline Férard, Véronique Meder, Patricia Muller, Camille Paschal, Nicolas Sebe**

Direction artistique : **Atelier Corbin/Corpus**

Illustration : **Linda Merad**

Impression : **Imprimerie Stipa**

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

Dépôt légal à parution

La Fondation

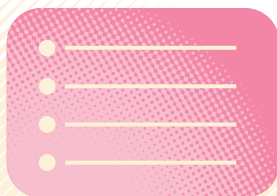
de l'Université Paris-Saclay

La Fondation partenariale de l'Université Paris-Saclay a été inaugurée le 5 décembre 2023. Elle affiche de nouveaux locaux, de nouvelles équipes et de nouvelles ambitions.



Mission

La Fondation accompagne l'Université dans son ambition d'être un grand établissement de rang mondial, alliant excellence internationale et engagement sociétal. Elle soutient, grâce au mécénat et à des levées de fonds philanthropiques, toutes les activités de formation, de recherche, d'innovation et de médiation.



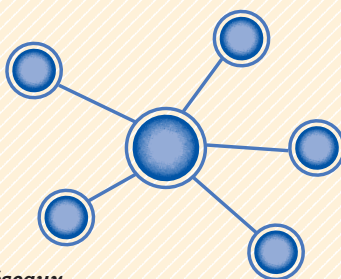
Projets

Logements étudiants, bourses d'études, tutorat, innovation pédagogique, équipements de recherche, valorisation du patrimoine scientifique de l'Université sont autant de sujets au cœur des levées de fonds de la Fondation.



Mécènes

Des entreprises, des particuliers, voire d'autres fondations, ont accès, par la Fondation, à toutes les expertises et à tous les champs disciplinaires de l'Université.



Réseaux

La Fondation Université Paris-Saclay travaille en lien avec les autres fondations et services de mécénat de l'écosystème Paris-Saclay pour permettre à toutes les chaires et à tous les projets portés par la Fondation d'œuvrer pour le collectif, dans une logique de bien commun.



Chaires

Éducation inclusive et émergence de talents, santé augmentée et médecine personnalisée, et sciences pour un monde soutenable sont les trois grands défis du XXI^e siècle qu'accompagne la Fondation à travers la création de chaires de mécénat.



À vos côtés

La Fondation aide tous les scientifiques, toutes les directions et composantes de l'Université à relever leurs grands défis pour la décennie à venir, et à approfondir, avec eux et elles, le projet unique de l'Université Paris-Saclay.

Contact

fondation@universite-paris-saclay.fr

Site Internet

www.fondation.universite-paris-saclay.fr