

n° 30
Été 2026

10
ans!

L'Édition



université
PARIS-SACLAY

4 **Formation**
Coup de projecteur sur
l'innovation pédagogique

7 **Médiation des sciences**
En direct avec l'astronaute
Sophie Adenot

10 **Recherche**
L'astrophysique multimessager
pour sonder l'Univers extrême

13 **Recherche**
Quand musique
et sciences résonnent

16 **Business
& innovation**
Les Rendez-vous innovation

18 **Recherche**
Décrypter l'écosystème
océanique

21 **Recherche**
Mieux comprendre
la sclérose en plaques

26 **Ici ou ailleurs**
Le dispositif Demandez
Angela

27 **Vie de campus**
À la découverte du
Jardin botanique

Prix et distinctions

à l'Université Paris-Saclay

Chercheurs et chercheuses

Cinq chercheurs et chercheuses issues de la communauté de l'Université Paris-Saclay se sont vu décerner la **médaille de bronze 2026 du CNRS** :

Alejandro Álvarez Laguna, chercheur au Laboratoire de physique des plasmas (LPP – Univ. Paris-Saclay/CNRS/École polytechnique/Sorbonne Univ./Observatoire de Paris) ;

Claire De March, chercheuse à l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN – Univ. Paris-Saclay/CNRS) ;

Tom Delmont, chercheur au laboratoire Génomique métabolique du Genoscope (Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Évry/CEA/CNRS) ;

Clément Falaise, chercheur à l'Institut Lavoisier de Versailles (ILV – Univ. Paris-Saclay/UVSQ/CNRS) ;

Tihana Jovanić, chercheuse et responsable de l'équipe Circuits neuronaux et comportement au sein de l'Institut des neurosciences Paris-Saclay (NeuroPSI – Univ. Paris-Saclay/CNRS).



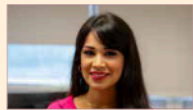
© Elias Fattal

Elias Fattal, enseignant-chercheur rattaché à l'équipe Ingénierie particulière et cellulaire à visée thérapeutique (INPACT) de l'Institut Galien Paris-Saclay (IGPS – Univ. Paris-Saclay/CNRS), s'est vu récompensé par l'**International award 2026** de la Société italienne de technologie pharmaceutique (SITELF) pour l'ensemble de sa carrière consacrée à la nanomédecine.



© Joachim Delmotte

Marina Kvaskoff, chercheuse au sein de l'équipe Exposome et hérité du Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP – Univ. Paris-Saclay/Inserm/UVSQ), est lauréate du **prix spécial de l'engagement Irène Joliot-Curie 2025** pour son engagement fort, à la fois scientifique et sociétal, en faveur de la place des femmes en sciences.



© Univ. d'Évry

Salma Makboul, enseignante-chercheuse au sein du laboratoire Informatique, bioinformatique, systèmes complexes (IBISC – Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Évry), est lauréate du **prix international YoungWomen4OR (Young women for operational research)**, qui distingue les jeunes femmes prometteuses en recherche opérationnelle.

Irène Buvat, directrice de recherche et directrice du laboratoire Imagerie, radiothérapie innovante et médecine des systèmes (Iris – Univ. Paris-Saclay/UVSQ/Institut Curie/CNRS/Inserm), est lauréate du **George Charles de Hevesy Nuclear Pioneer Award 2026**. Cette distinction internationale, considérée comme l'une des plus prestigieuses en médecine nucléaire, récompense ses contributions majeures à l'imagerie quantitative et au développement d'approches favorisant une interprétation plus fiable des images médicales.

Cinq scientifiques de la communauté de l'Université Paris-Saclay ont été promus ou nommés à l'**Ordre national du mérite**, l'une des plus hautes distinctions visant à honorer des citoyennes et citoyens français :

Abdelhafid Bendahmane, directeur de recherche à l'Institut des sciences des plantes de Paris-Saclay (IPS2 – Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Évry/INRAE/CNRS/Univ. Paris-Cité) ;

Hervé Desvaux, directeur délégué aux programmes du CEA ;

Purificación López-García, directrice de recherche au laboratoire Écologie, société et évolution (ESE – Univ. Paris-Saclay/CNRS/AgroParisTech) ;

Marie-Anne Rameix-Welti, chercheuse au sein du laboratoire Infection et inflammation (2I – Univ. Paris-Saclay/Inserm/UVSQ) ;

Régine Trebossen, directrice de recherche et responsable animation secteur industrie de PASREL-imagerie.

Étudiantes et étudiants

Deux doctorantes de la communauté de l'Université Paris-Saclay, sont lauréates du **prix jeune chercheur 2026** de la Fondation des Treilles :



© Fondation des sciences du patrimoine

Flore Heinrich, doctorante à l'Institut des sciences sociales du politique (ISP – Univ. Paris-Saclay/ENS Paris-Saclay/CNRS/Univ. Paris Nanterre) et à l'Università degli Studi di Milano, est récompensée pour son projet de thèse portant sur « La réparation des atteintes au patrimoine culturel du fait des conflits armés contemporains, approche internationale et comparative » ;



© Fondation des sciences du patrimoine

Caroline Mogenet, doctorante au sein du laboratoire Dynamiques patrimoniales et culturelles (DYPAC – Univ. Paris-Saclay/UVSQ), est récompensée pour son projet de thèse portant sur « Le théâtre féminin de la deuxième moitié du XVII^e siècle : la construction d'un patrimoine spécifique ? ».



© AFC

Antoine Gallo-Frantz, docteur issu du Laboratoire de physique des solides (LPS – Univ. Paris-Saclay/CNRS), a reçu le **prix de thèse** décerné par le groupe thématique physique de l'Association française de cristallographie (AFC) pour son travail de recherche intitulé « Contrôle des propriétés électroniques des matériaux quasi-2D sous contraintes biaxiales ».

Anys Bennacer, étudiant à la Faculté de droit de l'Université d'Évry, est lauréat de la **finale nationale 2026 du concours d'éloquence** organisé par la Conférence nationale des doyens de droit et de science politique.

L'équipe de judo de l'Université Paris-Saclay

composée de huit étudiantes et étudiants, a terminé vice-championne au **championnat de France universitaire par équipes**, et est qualifiée pour les **championnats d'Europe universitaires** qui se dérouleront à Tirana (Albanie) en septembre 2026. **Christ Hippocrate**, membre de l'équipe, a également décroché le titre de **champion de France universitaire 1^{re} division** dans la catégorie moins de 100 kg.

Entreprises et projets

Le projet Catala, porté par un consortium dirigé par Denis Merigoux, chef de projet numérique à Inria, et Liane Huttner, maîtresse de conférences et membre de l'équipe Création et innovation de l'Institut droit, régulations, technologies (IDRT) de la Faculté Jean Monnet de l'Université Paris-Saclay, a remporté le **prix de l'interdisciplinarité scientifique** décerné par le Collège des sociétés savantes académiques de France, le CNRS et France Universités. Associant informatique théorique, droit du numérique et sciences sociales, le projet consiste à mettre au point un langage donnant la possibilité de traduire les textes juridiques en code informatique afin d'en garantir une application fidèle et compréhensible.

L'exemplaire que vous tenez entre les mains n'est pas un numéro comme les autres. Il marque le 10^e anniversaire de *L'Édition* !



© Corinne Hameau

L'éditorial

Dix ans et trente numéros. L'exemplaire que vous tenez entre les mains n'est pas un numéro comme les autres. Il marque le 10^e anniversaire de *L'Édition*, le journal externe et international de l'Université Paris-Saclay, dont le premier numéro est paru au printemps 2016 ! Trois fois par an, ce journal met en lumière l'actualité scientifique, pédagogique et innovante de l'Université Paris-Saclay, de ses composantes universitaires, de ses établissements-composantes, de ses organismes de recherche partenaires et de ses universités membres-associées. Disponible en français et en anglais, en versions numérique et imprimée, *L'Édition* constitue une véritable carte de visite qui témoigne de la richesse de nos communautés et de nos activités.

Alors que l'année universitaire s'achève, ce numéro 30 est l'occasion de revenir sur certains des événements qui ont marqué ces derniers mois. À commencer par le lancement du réseau alumni de l'Université Paris-Saclay, destiné à fédérer les centaines de milliers de diplômées et diplômés passés par ses bancs au fil des générations. En cinq mois à peine, ce sont déjà près de dix mille alumni qui ont rejoint la communauté sur la plateforme dédiée. Ce journal revient également sur un autre événement qui a marqué les esprits. En avril dernier, l'Université Paris-Saclay a eu l'honneur d'établir un contact radio avec Sophie Adenot, l'astronaute française à bord de la Station spatiale internationale (ISS), au cours d'une demi-journée qui a réuni plus de six cents collégiennes et collégiens.

Dans ces pages, nous vous proposons de vous intéresser à un autre sujet qui constitue l'un des piliers du projet formation de l'Université Paris-Saclay : l'innovation pédagogique. Cette démarche est aujourd'hui au cœur d'un écosystème dédié, qui propose de nombreux dispositifs de soutien et d'accompagnement, pour favoriser l'évolution des pratiques d'enseignement et la réussite étudiante.

Côté recherche, des horizons très divers sont également à découvrir, puisque ce numéro 30 vous emmène des profondeurs de l'océan aux confins de l'Univers extrême, à travers des projets auxquels participent des chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay. Vous y trouverez aussi une réflexion sur la place de la musique dans la société, avec l'éclairage de spécialistes du domaine. Un focus est par ailleurs consacré à la sclérose en plaques et aux nouvelles voies ouvertes par la recherche pour mieux comprendre et traiter cette maladie auto-immune qui touche le système nerveux central.

Enfin, parce que la pause estivale est toujours une belle occasion pour se balader en pleine nature, ce journal vous ouvre les portes du Jardin botanique de l'Université Paris-Saclay et du patrimoine végétal insoupçonné que recèlent nos campus.

Je vous souhaite à tous et toutes un bel été. Quant au journal *L'Édition*, il poursuit son aventure. Je vous donne donc rendez-vous à l'automne prochain pour un nouveau numéro.

Bonne lecture !

Camille Galap,
Président de l'Université Paris-Saclay.

Innovation pédagogique

Un écosystème pour soutenir et accompagner l'évolution des pratiques

L'innovation pédagogique constitue aujourd'hui l'un des piliers du projet formation de l'Université Paris-Saclay. Pour favoriser l'évolution des pratiques d'enseignement, un écosystème dédié s'est progressivement développé, porté par de nombreux dispositifs de soutien et d'accompagnement.

L'enseignement supérieur connaît aujourd'hui de profondes transformations sous l'effet des évolutions technologiques, sociales et culturelles qui redéfinissent les modes d'apprentissage et les besoins des étudiantes et étudiants. Dans ce contexte de mutations, une démarche s'impose progressivement comme un levier essentiel pour renouveler les pratiques d'enseignement et favoriser la réussite étudiante : l'innovation pédagogique.

« L'innovation pédagogique est l'application réussie d'une idée, d'une initiative ou d'une transformation dans le domaine de la pédagogie », résume Claire Lartigue, vice-présidente Formation et Vie universitaire (CFVU) de l'Université Paris-Saclay. « Cela réunit toutes les réflexions autour de la pratique enseignante et l'apprentissage des étudiantes et étudiants. » À l'Université Paris-Saclay, cette idée de faire évoluer les pratiques d'enseignement est bien plus qu'une simple volonté. Elle est au cœur d'un écosystème entier déployé au sein de sa communauté.

Un espace et un temps d'échanges autour des pratiques pédagogiques

Le 1^{er} avril dernier, le sujet était à l'honneur avec une nouvelle édition de la Journée Initiatives pédagogiques (JIP) qui s'est tenue à l'ENS Paris-Saclay à Gif-sur-Yvette. « L'objectif de cette journée annuelle est de proposer un espace et un temps d'échanges autour des pratiques pédagogiques afin de contribuer à la réflexion et au développement pédagogique », explique Lionel Husson, chargé de mission Innovation pédagogique à l'Université Paris-Saclay, qui pilote le comité d'organisation de la JIP.

Chaque année, la JIP est construite autour d'un thème qui résonne avec les enjeux de la communauté pédagogique. Cette 11^e édition, qui a réuni quelque 300 personnes, s'est ainsi construite sur le thème des environnements capacitants. « Un environnement d'apprentissage suffit-il à faire apprendre ou peut-il empêcher d'apprendre ? », a questionné lors d'une conférence l'experte invitée pour l'occasion, Solveig Fernagu. Un village pédagogique, ainsi que des ateliers, se sont également tenus pour mettre en lumière diverses actions et initiatives, et aborder des sujets aussi variés que l'acculturation à l'intelligence artificielle (IA) ou l'usage des représentations mentales en pédagogie.

« Avec la JIP, on souhaite aussi valoriser les initiatives et innovations pédagogiques, et favoriser leur diffusion », confirme Lionel Husson. De même que faire le lien entre les projets présentés et les éventuels

soutiens dont ils ont bénéficié. C'est ici que la JIP prend toute son importance : montrer ce qu'il se passe sur le terrain pour illustrer la dynamique à l'œuvre. « Ce n'est pas une simple vitrine », appuie le chargé de mission. « Nous voulons favoriser les synergies et l'émergence d'une culture commune [autour de l'innovation pédagogique] et montrer que cela s'inscrit également dans un écosystème de soutien et d'accompagnement. »

Une direction consacrée à l'innovation pédagogique

La Direction de l'innovation pédagogique (DIP) de l'Université Paris-Saclay est l'une des racines de cet écosystème. Elle a pour mission de transformer les pratiques pédagogiques en lien avec l'offre de formation de l'université et en appui de la communauté enseignante. Cette mission se décline toutefois en de multiples activités.

« Notre équipe est organisée en trois pôles », détaille Éric Briantais, directeur de la DIP. « Le premier est en charge de l'environnement numérique. » Ceci inclut la plateforme eCampus, qui réunit plus de 70 000 utilisateurs et utilisatrices, mais aussi une dizaine d'autres applications. Un deuxième pôle est chargé de la production de ressources et de dispositifs pédagogiques. Il s'agit notamment de cours en ligne de type SPOC (Small private online course) à destination des formations de l'université, ou MOOC (Massive open online course) pour les autres publics. Mais le pôle porte aussi d'autres créations telles que l'application BrevetAI, développée avec l'Institut DatalA – l'institut d'intelligence artificielle de l'Université Paris-Saclay –, pour initier aux notions essentielles autour de l'IA et de ses enjeux.

« L'innovation pédagogique est l'application réussie d'une idée, d'une initiative ou d'une transformation dans le domaine de la pédagogie. » — Claire Lartigue

Enfin, le troisième pôle se consacre à la formation et au développement académique. Il propose notamment un plan de formation à la pédagogie, incluant des sessions pour se former à des outils numériques, découvrir de nouvelles pratiques ou encore travailler la conception de ses enseignements. Ce pôle coordonne par ailleurs deux appels à projets (AAP) annuels : « Oser » et « Transformer ». Le premier soutient le

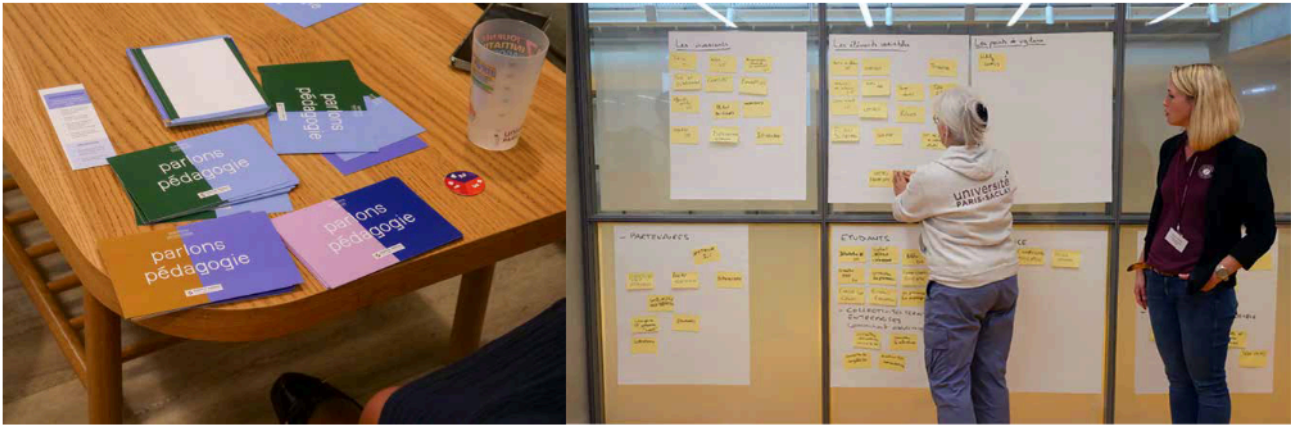
développement d'initiatives pédagogiques innovantes, tandis que le second concerne des actions d'essaimage ou de diffusion d'expériences déjà mises en place. À cela, s'ajoutent des appels sur des thématiques précises telles que le numérique ou les jeux sérieux. Depuis 2020, ces AAP ont financé une centaine de projets, à hauteur de 3,5 millions d'euros.

Du temps libéré pour transformer ses pratiques

Si avoir des idées pour transformer ses pratiques d'enseignement est à la portée de tous et toutes, il n'est pas toujours facile de les concrétiser. En particulier lorsque l'on a un emploi du temps chargé. C'est pour cette raison que la DIP coordonne deux autres dispositifs : le congé pour innovation pédagogique (CIP) et le congé pour projet pédagogique (CPP). « Leur rôle est de libérer du temps aux enseignantes et enseignants en les déchargeant d'une partie de leurs cours », précise le directeur.

Rachel Méallet, enseignante-chercheuse à l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay (ISMO – Univ. Paris-Saclay/CNRS), et Jonathan Piard, professeur agrégé au département d'enseignement et recherche chimie de l'ENS Paris-Saclay, ont bénéficié du CIP à deux reprises pour leur projet GLASS (Green, low cost, attractive, safe, and simple). Celui-ci a consisté à développer des expériences de chimie faisant appel à des produits du quotidien, pour aborder des notions comme la couleur et l'émission de lumière. « On travaille avec des produits colorés comme l'éosine, le curcuma, du Tonic ou de la lessive, pour montrer notamment que certains deviennent luminescents après avoir absorbé de la lumière », explique Rachel Méallet.

L'idée de ces expériences de chimie frugale est venue il y a plusieurs années. Le CIP a toutefois offert « un espace de liberté extraordinaire » pour développer le concept. Pendant cette période, « on a testé près de 400 produits du quotidien. Cela nous a servi à créer un certain nombre d'expériences à utiliser en enseignement ou pour de la médiation auprès du grand public », raconte Jonathan Piard. « Cela nous a ouvert des portes sur lesquelles



© Aurélie Rousseau

on capitalise aujourd'hui. » Des articles sont en cours de rédaction et de publication pour valoriser l'initiative et en favoriser l'essaimage. En parallèle, l'équipe réalise aussi des interventions dans de nombreux colloques, séminaires et congrès.

« L'intérêt du CIP est vraiment de nous aider à accorder du temps de cerveau et de l'énergie à ces idées qu'on ne priorise pas habituellement », estime Rachel Méallet. « Cela donne aussi une certaine légitimité, de la part de l'institution, à des choses qu'on considère un peu hors des clous. » En plus du projet GLASS, Jonathan Piard est co-coordonateur du Groupe d'initiatives pédagogiques de l'ENS Paris-Saclay (GIPENS). Il est aussi chargé de mission Innovation pédagogique à l'Université Paris-Saclay. Preuve que le réseau d'acteurs et d'actrices impliquées s'étend largement au sein de la communauté de l'université.

Un terrain d'expérimentation pédagogique

Sur le campus d'Orsay, un lieu se consacre entièrement à ces questions de transformation pédagogique : l'Institut Villebon – Georges Charpak. Né en 2013 de la collaboration de treize universités et grandes écoles dont l'Université Paris-Saclay, ce groupement d'intérêt public (GIP) est porteur d'une mission d'intérêt général. « Cela implique que l'Institut a pour mission de partager le résultat de ses travaux avec le plus grand nombre », éclaire Gérard Peyroche, son directeur. « Travaux », le terme est approprié car l'Institut constitue un vrai terrain d'expérimentation pédagogique.

Cette activité se matérialise d'abord par la licence Sciences et technologies qui y est proposée. Unique en son genre, ce parcours se distingue par le format atypique de ses enseignements. « On réduit vraiment la pédagogie à l'os », en s'appuyant sur des dispositifs simples, frugaux et en remettant en avant le rôle du collectif. Sont ainsi utilisées des méthodes comme l'apprentissage par projets ou « les maths à son rythme ». Le parcours se démarque également par un accompagnement poussé des étudiantes et étudiants, à la fois du point de vue humain et matériel.

Il faut préciser que les promotions de cette licence sont aussi atypiques. Les étudiantes et étudiants sont choisis pour sur-représenter les minorités de l'enseignement supérieur : au moins 50 % sont boursières ou boursiers, au moins 30 % sont issus de filières technologiques, entre

20 et 30 % sont en situation de handicap, le dernier critère étant la parité avec 50 % de femmes et 50 % d'hommes. « Avec ces cohortes, nous avons un double objectif : faire réussir ces jeunes qui ne sont pas forcément, à la sortie du lycée, dans les meilleures conditions pour arriver dans l'enseignement supérieur, et les amener à la poursuite d'études. »

Dans cette mission, l'innovation ne porte toutefois pas que sur les enseignements. À l'Institut, on considère tout ce qui contribue à l'apprentissage, à commencer par les lieux mis à disposition. Entièrement rénové, le bâtiment d'Orsay comprend des salles de classe modulables, un fablab pour les ateliers d'apprentissage par projet ou encore des espaces étudiants dédiés, dont une salle pour se reposer.

Depuis 2024, les réflexions autour des lieux ont, par ailleurs, pris une nouvelle dimension avec l'ouverture de la résidence Georges Charpak, où sont désormais hébergées les promotions de la licence. « Cette résidence étudiante est complètement intégrée dans la stratégie pédagogique de l'Institut », confirme Gérard Peyroche. « Notre équipe a mené tout un travail sur l'architecture et l'équipement de cette résidence », qui privilégie la colocation et comprend plus de salles de travail qu'une résidence conventionnelle. Le lieu est actuellement au centre d'un projet mené par des designers, et qui interroge les usages des surfaces communes dans le quotidien des jeunes locataires. « L'idée est d'imaginer des choses qui seront potentiellement utilisées dans d'autres résidences. »

La recherche-action en marche

Outre la licence et la résidence, un troisième axe est à l'œuvre à l'Institut Villebon – Georges Charpak, qui a ouvert, en 2019, les portes de son Centre d'expérimentation pédagogique (CEP). À l'instar de la DIP, le centre travaille à accompagner les expériences de pratiques pédagogiques. « Sauf qu'on ne le fait pas du tout de la même façon », relève Gérard Peyroche. Au CEP, les praticiennes et praticiens enseignants sont accompagnés « dans une démarche exploratoire, ciselée et très en amont ».

« L'objectif est de donner la possibilité de discuter de ses pratiques, de s'informer sur les dernières innovations et de rencontrer d'autres enseignants et enseignants pour stimuler les idées », poursuit Pauline Delpeuch, co-responsable du CEP. Des espaces de travail, ainsi que du matériel, y sont à disposition pour concevoir et

prototyper des dispositifs d'enseignement. Néanmoins, le centre se différencie aussi par l'aspect recherche développé avec la Chaire d'innovation pédagogique, détenue par un chercheur de l'Université de Québec à Montréal (UQAM) et financée par l'Université Paris-Saclay, ainsi que par l'Institut Villebon – Georges Charpak, qui en assure également la coordination.

Centrée sur la recherche-action, cette chaire a pour mission de documenter les pratiques innovantes testées sur le terrain et rendre accessibles les recherches en sciences de l'éducation. Pour cela, deux chercheurs postdoctorants sont présents au centre, et un accompagnement est proposé à chacune des étapes du projet : depuis l'élaboration de la problématique jusqu'à la rédaction de communications ou de publications.

Chaque année, en décembre, la chaire organise un workshop d'une semaine durant lequel les équipes ont la possibilité de se rencontrer et d'amorcer ou poursuivre des projets, avec les chercheurs et chercheuses du centre et de l'UQAM. « C'est là que de nouvelles relations se créent et que de nouveaux projets voient le jour », précise Pauline Delpeuch. La septième édition, organisée fin 2025, a rassemblé 80 participantes et participants, issus de 20 établissements, autour de 15 projets de recherche variés.

Si elles opèrent chacune à leur façon, l'ensemble de ces initiatives font émerger une dynamique collective sur ce sujet désormais incontournable qu'est l'innovation pédagogique. « C'est ce qui est intéressant dans cet écosystème : tous les éléments se soutiennent afin de créer, pour chacun et chacune, des opportunités d'évolution de sa pratique professionnelle, et contribuent, à l'échelle de l'université, à faire de l'innovation pédagogique une capacité collective et transformante », conclut Lionel Husson. **E.F.**

<https://www.universite-paris-saclay.fr/formation/initiatives-et-innovations-pedagogiques/innovation-pedagogique-luniversite-paris-saclay>

<https://www.villebon-charpak.fr/>

De l'éducation à la formation

Accompagner la formation des enseignants grâce à un master dédié

Pour accompagner la transformation des pratiques professionnelles des enseignantes et enseignants, il existe des formations dédiées à l'Université Paris-Saclay. C'est le cas du master Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation (MEEF), mention Pratiques et ingénierie de la formation, qui propose un parcours consacré à la formation des enseignantes et enseignants du secondaire et de l'enseignement supérieur.



Dans un contexte où les besoins en accompagnement professionnel, en formation continue et en développement des compétences ne cessent de croître, le rôle des formateurs et formatrices devient essentiel, y compris dans le domaine de l'éducation et de l'enseignement. C'est pour répondre à cette évolution qu'a été créé le master Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation (MEEF), mention Pratique et ingénierie de la formation, de l'Université Paris-Saclay. Ce master a la particularité de s'intégrer directement en seconde année, avec un parcours consacré à la formation des formateurs et formatrices des enseignantes et enseignants du secondaire et de l'enseignement supérieur.

« L'objectif de ce parcours est d'amener des professionnelles et professionnels des métiers de l'éducation à devenir formateurs et formatrices en andragogie. C'est ainsi qu'on désigne la pédagogie pour les adultes », explique Gilles Uhlrich, enseignant-chercheur à la Faculté des sciences du sport (F2S) de l'Université Paris-Saclay, qui coanime le master avec Pia Henaff-Pineau, enseignante-chercheuse émérite de cette même structure. Concrètement, « cela vise donc à former à des missions d'accompagnement professionnel, de tutorat, de conception de dispositifs de formation initiale ou continue, etc. »

Une formation compatible avec le maintien de l'exercice professionnel

Dans ce contexte, le parcours s'adresse exclusivement à des professionnelles et professionnels déjà en exercice. Son organisation a d'ailleurs été pensée en conséquence, puisque la formation s'étale sur des demi-journées réparties sur un

peu plus de dix-huit mois, afin d'être compatible avec le maintien de l'exercice professionnel. En pratique, les profils des étudiantes et étudiants sont toutefois très variés.

« En un peu plus de dix ans, nous avons eu des publics enseignants de différentes disciplines mais pas seulement. Nous avons aussi eu, par exemple, des conseillères et conseillers principaux d'éducation (CPE) », illustre le responsable pédagogique du master 2. « C'est vraiment toute la communauté éducative qui est représentée. » Mais cette année, la promotion du master est « un peu singulière » : pour la première fois, elle est constituée de sept enseignantes et enseignants de la Faculté des sciences du sport.

Laura Dominicé est l'une d'entre elles et eux. Après avoir été professeure d'EPS (Éducation physique et sportive) en collège pendant une dizaine d'années, elle est aujourd'hui enseignante à temps plein en filière STAPS (Sciences et techniques des activités physiques et sportives). « J'ai rejoint le master en septembre 2024 », explique Laura Dominicé. « J'ai pensé que cela m'aiderait à formaliser des choses sur ma pratique que je n'avais pas formalisées par moi-même, et m'apporterait des bases théoriques sur l'accompagnement des futures enseignantes et enseignants, et des stagiaires. »

Former à la recherche et par la recherche

Le programme du master 2 comprend des enseignements pour analyser le métier d'enseignant ainsi que les transformations en cours, mais aussi éclairer le métier de formateur et les éléments de compétences professionnelles associés.

Par ailleurs, une attention est particulièrement portée sur l'aspect recherche. « Il s'agit d'une formation à la recherche et par la recherche », confirme Gilles Uhlrich. « Cela vise à développer des éléments que l'on considère centraux tels que la notion de curiosité scientifique. Pour être chercheur ou chercheuse, il faut être curieux. »

Durant leur parcours, les « collègues étudiantes et étudiants » sont ainsi soumis à différents projets, dont la réalisation d'un mémoire de recherche et l'organisation d'une journée d'étude. Les deux sont étroitement liés. Pendant l'événement, elles et ils doivent en effet réaliser une présentation de leur travail de recherche mené jusque-là. « La notion de diffusion des travaux est un aspect déterminant de la recherche », souligne le responsable. Elles et ils ont également la charge de convier un ou une intervenante pour réaliser une conférence et participer à un temps d'échanges.

La dernière journée s'est tenue le 4 juin dernier à la Faculté des sciences du sport, sur le thème : « Enseignants et formateurs d'enseignants : former, se former, se renouveler ? ». Comme cinq de ses collègues, Laura Dominicé a profité de l'événement pour présenter son mémoire en cours, portant sur l'impact du changement climatique sur l'enseignement de l'EPS. « C'est un sujet qui m'intéresse et que je n'avais pas encore pu mettre en lien avec ma pratique professionnelle », précise-t-elle.

Un « pas de côté » par rapport aux pratiques professionnelles

Se former à accompagner les transformations professionnelles, tout en faisant évoluer ses propres pratiques. C'est tout l'enjeu de ce parcours qui résonne avec le travail mené au sein de l'Université Paris-Saclay autour de l'innovation pédagogique (voir l'article précédent de la rubrique Formation). « L'idée est vraiment de faire un « pas de côté » par rapport à ses pratiques professionnelles », appuie Gilles Uhlrich.

Depuis sa création, il y a une dizaine d'années, le master 2 MEEF Pratique et ingénierie de la formation a vu passer une trentaine de collègues étudiantes et étudiants. Et « on a constaté des évolutions de carrière intéressantes », assure le responsable. L'un d'entre eux, par exemple, est désormais enseignant formateur à l'Agence pour l'enseignement français à l'étranger (AEFE). Une autre a intégré la Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO) en tant que chargée d'études. **E.F.**

<https://www.universite-paris-saclay.fr/formation/master/meef-pratiques-et-ingenierie-de-la-formation>

Allô l'ISS

Des élèves dialoguent en direct avec l'astronaute Sophie Adenot

Le jeudi 9 avril 2026, à 14h04, l'Université Paris-Saclay a établi un contact radio avec Sophie Adenot, l'astronaute française à bord de la Station spatiale internationale (ISS). L'évènement a constitué le temps fort d'une demi-journée dédiée à l'astronomie et à l'exploration spatiale, à laquelle ont participé plus de six cents collégiennes et collégiens.



© Christophe Peus/Université Paris-Saclay

Cinq, quatre, trois, deux, un... Le compte à rebours s'écoule et laisse soudainement place au silence dans l'amphithéâtre Michelin de CentraleSupélec, à Gif-sur-Yvette. « Contact ARISS, est-ce que tu nous reçois ? Over. » Entre les interférences radio, une voix se fait entendre. Les oreilles se dressent pour capter les premières bribes d'une conversation hors du commun. Ce jeudi 9 avril 2026, plus de six cents collégiennes, collégiens, lycéennes et lycéens de la région ont fait le déplacement pour l'occasion. Et quelle occasion : celle de dialoguer en direct avec Sophie Adenot, l'astronaute française alors à bord de la Station spatiale internationale (ISS).

Après une poignée de secondes de suspension, le contact est établi. « Je vous reçois cinq sur cinq. Over. » Des sourires se dessinent sur les visages concentrés de l'assemblée. « Je suis tellement heureuse d'être avec vous aujourd'hui », confie l'astronaute, en orbite à quelque quatre cents kilomètres au-dessus de la Terre. Il est enfin l'heure de débiter l'échange tant attendu par les élèves du collège Albert Camus de La Norville (Essonne). « Bonjour Sophie, ici Baptiste. Quelle image de la Terre vous a marquée la plus depuis l'espace ? Over. »

Une dizaine de ces élèves, ainsi que des étudiantes et étudiants de l'Université Paris-Saclay, interrogent l'astronaute sur son expérience à bord de l'ISS. Moment préféré de la journée, travail en équipe, sport en impesanteur, expériences réalisées... Pendant dix minutes, Sophie Adenot partage ses ressentis, son quotidien et ses premières aventures dans la station qu'elle a ralliée en février 2026, pour une mission de neuf mois aux côtés d'un Russe et de deux Américains. Elle livre aussi ses

conseils pour celles et ceux qui souhaiteraient suivre son chemin.

↓ **Un casting trois étoiles pour une demi-journée spatiale**
À 43 ans, l'ingénieure est la onzième astronaute française à s'envoler dans l'espace mais seulement la deuxième femme française, après Claudie Haigneré qui a séjourné dans la station Mir en 1996, puis dans l'ISS en 2001. Cette dernière faisait d'ailleurs partie du casting trois étoiles réuni pour l'évènement du 9 avril. « La première fois que j'ai regardé par le hublot et que j'ai vu le "ciel" noir en dessous de la Terre, ça m'a beaucoup gênée. J'ai dû faire le tour du hublot pour remettre tout ça dans le bon sens », a raconté en visioconférence Claudie Haigneré, questionnée sur ses aventures spatiales par Hervé Dole, astrophysicien et ancien vice-président Art, Culture, Science et société de l'Université Paris-Saclay.

Le contact avec Sophie Adenot, fixé à 14h04 précises, a constitué le temps fort d'une demi-journée concoctée par l'Université Paris-Saclay et entièrement consacrée à l'astronomie et à l'exploration spatiale. Outre Claudie Haigneré, les centaines de spectateurs et spectatrices ont bénéficié des éclairages de Jean-François Clervoy, seul astronaute français à avoir voyagé dans l'espace à trois reprises. Elles et ils ont également découvert les défis de la nourriture spatiale avec Raphaël Haumont, physico-chimiste et enseignant-chercheur de l'Université Paris-Saclay et qui a participé, avec le chef Thierry Marx, à la conception de plats embarqués pour la dernière mission dans l'ISS de l'astronaute français Thomas Pesquet.

Rémi Canton, ingénieur au Centre national d'études spatiales (Cnes), est lui revenu sur la mission Epsilon de Sophie Adenot et l'objectif des expériences qu'elle mène à bord de la station. Mais les interventions ont balayé bien d'autres sujets comme le droit de l'espace, avec Philippe Achilléas, professeur à l'Université Paris-Saclay, et l'étude des trous noirs, avec l'astrophysicien Christophe Galfard.

↓ **« On s'en souviendra toute notre vie »**
En juin 2021, l'Université Paris-Saclay avait déjà eu l'honneur d'organiser un contact radio de dix minutes avec Thomas Pesquet à bord de l'ISS. La mission de Sophie Adenot a donné l'occasion de renouveler l'expérience, en collaboration avec le groupe de travail ARISS Paris-Saclay, du radio club F5KEE de Viry-Châtillon et des classes Espace du collège Albert Camus de La Norville. Créées en 2016, ces dernières proposent aux élèves de 5^e et de 3^e de participer, tout au long de l'année, à des ateliers, des projets scientifiques et des événements sur le thème de l'astronomie et du spatial.

Dialoguer avec une Française voyageant dans l'espace à plus de 27 000 kilomètres par heure, a néanmoins constitué une opportunité inoubliable pour les collégiennes et collégiens. « C'était génial de se dire que notre voix a été portée à quatre cents kilomètres d'ici et qu'une astronaute française nous a reçus et nous a répondu », a réagi le jeune Esteban. « C'était incroyable, merci ! On s'en souviendra toute notre vie », a renchéri sa camarade Manon.

La relève de Sophie Adenot et Thomas Pesquet se trouve-t-elle parmi ces jeunes ? Le programme qui a déroulé les multiples facettes du spatial avait, en tout cas, de quoi inspirer des vocations chez les élèves, et tous les autres spectateurs et spectatrices. L'évènement a en effet été diffusé en direct sur la chaîne Youtube de l'Université Paris-Saclay. Et plusieurs retransmissions se sont tenues sur les différents campus de l'université.

« J'adore allumer des étoiles dans les yeux des enfants et des adultes en racontant mes aventures », a expliqué Sophie Adenot lors de l'échange avec les élèves. Mission accomplie pour l'astronaute : ce 9 avril, dans l'amphithéâtre de Gif-sur-Yvette, c'est toute une constellation d'étoiles qui brillait dans les regards grâce à ce moment exceptionnel. **E.F.**

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

Santé, droit & théâtre

Quand les disciplines se mêlent pour redonner vie à des faits historiques

Depuis 2018, un projet pluridisciplinaire invite des étudiantes et étudiants en santé et en droit à redonner vie à des faits marquants et historiques dans une création théâtrale. Une quatrième édition a démarré début 2026 autour du thème des soins en psychiatrie.

De la santé, du droit et du théâtre. C'est un projet innovant dans lequel s'est lancée une trentaine d'étudiantes et étudiants de l'Université de Versailles - Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ). Durant deux ans, elles et ils vont mener un travail de recherche approfondi sur le sujet des soins en psychiatrie dans l'objectif, à terme, de présenter le fruit de leur travail dans une pièce de théâtre.

Ce projet pluridisciplinaire n'en est pas à son coup d'essai. C'est la quatrième fois que des étudiantes et d'étudiants en santé et en droit s'associent dans une telle démarche. Si la thématique change à chaque édition, l'objectif est toujours le même : redonner vie à des faits historiques pour ouvrir le débat sur un sujet de société.

Reconstituer le vote de la loi Veil

C'est en 2018 que naît le projet, à l'initiative de Djillali Annane, alors doyen de l'UFR Simone Veil - Santé de l'UVSQ. Son idée : reconstituer le vote de la loi Veil du 17 janvier 1975, dépénalisant l'avortement, dans une représentation théâtrale. « Ce vote constitue un tournant législatif qui a eu des impacts majeurs sur la santé et dans toute la société », rappelle Nathalie Wolff, maîtresse de conférences à la Faculté de droit et science politique de l'UVSQ. Pour redonner vie à l'événement, un projet se monte avec des étudiantes et étudiants en médecine, en maïeutique, en soins infirmiers, en droit et en science politique, de toutes années confondues.

Pendant un semestre, le groupe mène des recherches sur l'avortement, la loi Veil et le contexte historique. Il planche aussi sur le compte-rendu des débats du 17 janvier 1975. « C'était passionnant parce que nous sommes vraiment partis de la science juridique et médicale », souligne Nadia Younès, professeure de psychiatrie adulte et enseignante-chercheuse à l'UFR Simone Veil - Santé. Grâce à la participation de deux metteuses en scène, le travail donne lieu à une représentation à l'Assemblée nationale, durant laquelle les étudiantes et étudiants rejouent les débats du vote de la loi, en interprétant les députées et députés de l'époque.

« Je pense qu'on a réussi à reconstituer l'ambiance électrique de l'Assemblée nationale », confie Lucas Leloup, étudiant en droit après la représentation. Celle-ci est suivie d'un débat sur l'évolution du droit des femmes avec des juristes, des politiques et des médecins dont René Frydman, gynécologue à l'origine de la naissance du premier bébé éprouvette en France.

L'éthique médicale au cœur d'un procès historique

Fort de ce premier succès, deux autres éditions suivent, grâce à l'implication de l'équipe incluant deux professionnels du théâtre, Sarah Tick et Hédi Tillette de Clermont-Tonnerre. La deuxième édition, étalée de 2019 à 2021, s'intéresse au procès des médecins nazis ayant eu lieu à Nuremberg après la Seconde Guerre mondiale. Parmi eux, se trouve Wilhelm Beiglböck, accusé d'avoir mené des expérimentations médicales dans le camp de concentration de Dachau et condamné à quinze ans de prison à l'issue du procès. Là encore, l'événement marque un moment fort de l'Histoire.

« C'est au cours de ce procès qu'ont émergé des principes qui n'existaient pas avant, comme l'éthique médicale et le consentement aux soins », souligne Nadia Younès. « C'est aussi la première fois que les notions de crime contre l'humanité et de génocide sont prononcées », ajoute Nathalie Wolff. Pour leurs recherches, les étudiantes et étudiants se rendent au camp de Dachau et au tribunal de Nuremberg. Un long travail est aussi mené pour retrouver et traduire les écrits du procès qui n'existent pas en français.

À ceci, succède une troisième édition qui met en lumière le sujet de l'eugénisme social à travers l'exemple méconnu de la cité-jardin Ungemach. Pour habiter ce quartier de Strasbourg créé dans les années 1920, les couples devaient se plier à toute une série de règles et s'engager notamment à avoir au moins trois enfants. Cette fois-ci encore, le groupe mène un travail de recherche scientifique et de création théâtrale pour aboutir en 2024, à une représentation et un débat.

« Ces trois premières expériences nous ont montré qu'il ne s'agit pas seulement d'une création pédagogique », relève Nadia Younès. « C'est une démarche qui pousse à penser la production des savoirs autrement. »

« Explorer la relation de soins dans tous ses enjeux »

Pour la 4^e édition, l'équipe est rejointe par Anatole Le Bras, maître de conférences à l'Institut d'études culturelles et internationales (IECI) de l'UVSQ. Spécialiste de l'histoire de la psychiatrie, celui-ci s'intéresse à la question du point de vue des patientes et patients et à la façon de les réintégrer dans le récit historique. « En tant qu'historien, on essaie de replacer les témoignages dans une perspective temporelle qui permet de voir ce qui a changé dans les soins psychiatriques en deux siècles, mais aussi les questions qui demeurent. »

Pour leur enquête, les étudiantes et étudiants se rendent dans un lieu chargé d'histoire : l'hôpital psychiatrique de Ville-Évrard, situé à Neuilly-sur-Marne, à l'est de Paris. Elles et ils assistent aussi à plusieurs interventions sur le sujet et travaillent sur la littérature scientifique. « Le but est d'explorer la relation de soins en psychiatrie dans ses enjeux éthiques, sociaux, politiques et la progression des droits des personnes vivant avec un trouble psychique », précise Nadia Younès.

La représentation théâtrale est prévue pour 2027. À chaque édition, « nous avons deux fils rouges : le théâtre et le travail collectif », reprend Nathalie Wolff. « Car c'est aussi le rôle des projets pluridisciplinaires : apprendre à ces jeunes, qui seront les citoyennes et citoyens de demain, à faire groupe et donc à faire société. » E.F.

<https://www.uvsq.fr/recherche-et-creation-theatrale-1>



© UVSQ



● **Recherche**

10 L'astrophysique multimessager pour sonder l'Univers extrême

13 Quand musique et sciences résonnent

18 Décrypter l'écosystème océanique

21 Mieux comprendre la sclérose en plaques

● **Business & Innovation**

16 Les Rendez-vous innovation

Astrophysique multimessager

L'Univers extrême sous une nouvelle lecture

Depuis une dizaine d'années, l'astrophysique multimessager ouvre une fenêtre inédite sur les phénomènes les plus extrêmes de l'Univers, en combinant l'étude de la lumière, des ondes gravitationnelles, des neutrinos et des rayons cosmiques. Mais cette approche relève d'une course contre la montre pour les équipes de recherche et les observatoires, qui unissent désormais leurs données et leurs expertises, pour explorer chaque événement cosmique.

Mots-clefs

Astronomie collaborative
Ondes gravitationnelles
Sursaut gamma
Phénomène transitoire

C'est un « feu d'artifice » qui entre dans l'histoire de l'astrophysique le 17 août 2017. Il est 14h41 lorsqu'un signal d'un type nouveau fait surface sur les détecteurs LIGO (*Laser interferometer gravitational-wave observatory*) et Virgo, qui observent les ondes gravitationnelles aux États-Unis et en Italie. Les astronomes s'empressent de communiquer l'alerte de cette détection à leur communauté. Soixante-dix observatoires, au sol et dans l'espace, prennent le relais pour suivre l'événement. L'analyse du signal, nommé GW170817, indique qu'il provient de la fusion de deux étoiles à neutrons survenue à 140 millions d'années-lumière de la Terre ($9,46 \times 10^{12}$ kilomètres). Petits mais extrêmement denses, ces vestiges d'étoiles géantes ont orbité l'un autour de l'autre en se rapprochant, jusqu'à entrer en collision. C'est la première fois qu'une onde gravitationnelle – autrement dit, une déformation de l'espace-temps – liée à un tel phénomène est observée. Jusqu'ici et depuis la première détection directe d'ondes gravitationnelles en 2015 par LIGO, tous les signaux captés étaient associés à la fusion de deux trous noirs.

Mais GW170817 marque une autre première historique. Car l'onde gravitationnelle n'est pas le seul « messager » à témoigner de cette fusion. Moins de deux secondes après l'alerte, le satellite Fermi de la NASA observe un sursaut gamma dans une région compatible avec la première détection. Les sursauts gamma figurent parmi les phénomènes les plus lumineux observés dans l'Univers. Ils se manifestent par deux émissions électromagnétiques, dont une bouffée très brève de rayons gamma que Fermi a pour mission de détecter. Sauf qu'avant GW170817, aucune des observations du satellite n'avait encore coïncidé avec d'autres alertes. « *Après les deux premières détections, on a suivi le phénomène dans tous les domaines. Il y a eu énormément de données* », se souvient Fabian Schüssler, directeur de recherche au sein du Département de physique des particules (DPhP - Univ. Paris-Saclay/CEA) au CEA Paris-Saclay.

Combiner les signaux pour une nouvelle astrophysique

L'événement du 17 août 2017 est perçu comme l'un des points de départ de l'astrophysique dite multimessager, qui

combine plusieurs signaux pour étudier les phénomènes cosmiques. Mais cette science n'est pas totalement nouvelle, souligne Fabian Schüssler. « *Elle se base sur l'astrophysique multilongueur d'onde pratiquée depuis des siècles* » et qui consiste à observer les rayonnements électromagnétiques dans toutes les longueurs d'onde : des rayons gamma aux ondes radios, en passant par le domaine visible, les rayons X et les infrarouges. Dans l'astronomie multimessager, trois autres types de signaux s'y ajoutent : les ondes gravitationnelles, les rayons cosmiques et les neutrinos.

Dans ce dernier domaine, une autre corrélation apparaît justement en septembre 2017. Elle associe pour la première fois une détection de neutrinos – ces particules élémentaires engendrées par une réaction nucléaire – à une bouffée de rayons gamma. Le phénomène est localisé au niveau d'un noyau actif de galaxie particulier appelé blazar. « *2017 a été une année charnière* », résume Fabian Schüssler. « *Au cours de ma carrière, j'ai*

« Avec l'astronomie multimessager, il y a un vrai besoin de partager les informations en temps réel. Parce que si l'on attend trop pour pointer d'autres télescopes, le phénomène a disparu. » — Fabian Schüssler

travaillé sur les rayons cosmiques, les neutrinos et les rayons gamma. J'ai toujours essayé de faire le lien entre les messagers mais au début, c'était considéré comme une idée un peu farfelue. »

L'astrophysique multimessager s'intéresse à des phénomènes violents et transitoires, tels que l'explosion d'une étoile, la fusion de trous noirs ou d'étoiles à neutrons, ou encore un noyau actif de galaxie. L'objectif est d'analyser les différents messagers pour obtenir le plus de renseignements possibles sur les phénomènes. Dans le cas de GW170817, « *les ondes gravitationnelles nous informent sur le système initial* ». Autrement dit, comment le système était avant la fusion, quelles étaient les masses des étoiles, etc.

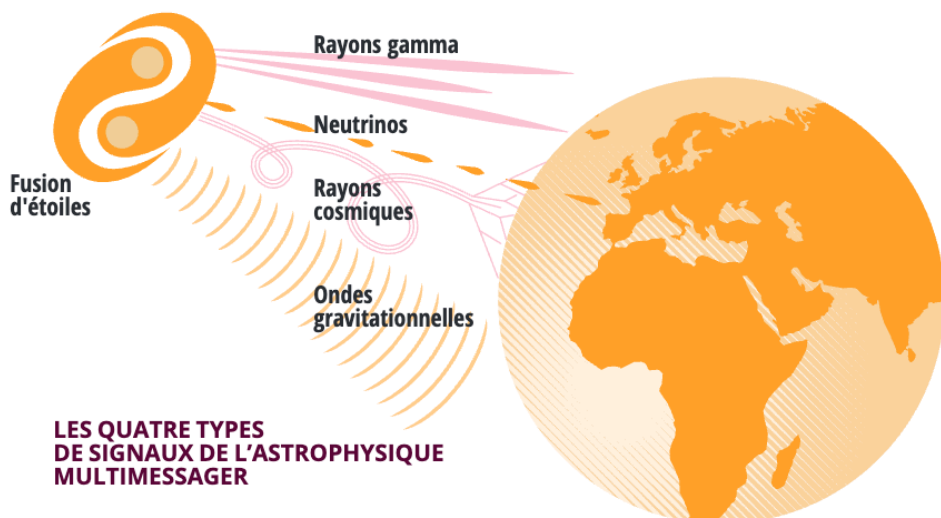
« *Le sursaut gamma, lui, livre une palette d'informations sur le système après la fusion.* » Sans l'étude de la contrepartie électromagnétique, il aurait été difficile de localiser avec précision le cataclysme cosmique.

Mais l'étude combinée des signaux est synonyme de défis. « *Tous les phénomènes n'émettent pas les mêmes messagers, ni avec la même temporalité* », confirme le directeur de recherche. Et tous les messagers ne s'observent pas de la même façon. Certains ne sont détectables que depuis l'espace. D'autres sont observables par des équipements terrestres, à condition que ceux-ci soient pointés dans la bonne direction et au bon moment. En ce sens, GW170817 fait figure de coup de chance : ce jour-là, les trois détecteurs de LIGO et Virgo étaient aux aguets, tout comme Fermi. Et les autres observatoires ont largement répondu à l'alerte. « *Avec l'astronomie multimessager, il y a un vrai besoin de partager les informations en temps réel. Parce que si l'on attend trop pour pointer d'autres télescopes, le phénomène a*

disparu. » À chaque alerte, c'est ainsi une course contre la montre qui s'engage pour la communauté.

Astro-COLIBRI, une plateforme pour toutes les détections

Pour mettre toutes les chances de leur côté, les astronomes placent désormais leur quête sous le signe de la collaboration. Aujourd'hui, la quasi-totalité des observatoires qui étudient le ciel transitoire émettent des alertes publiques pour informer la communauté internationale. Et plusieurs outils ont vu le jour pour faciliter le partage des informations. La plateforme Astro-COLIBRI, créée en 2017 par Fabian Schüssler et ses collègues,



LES QUATRE TYPES DE SIGNAUX DE L'ASTROPHYSIQUE MULTIMESSAGER

en est un exemple. Cet outil a pour but de recenser toutes les détections réalisées dans toutes les longueurs d'onde et tous les messagers en temps réel. L'ensemble de ces détections sont mises à disposition dans une base de données commune et facile d'accès, disponible sur le web et sur une application mobile.

Astro-COLIBRI est né d'un constat : avant 2017, « il fallait un certain temps pour réaliser qu'il y avait une corrélation entre une détection de neutrinos et de sursaut gamma. Le problème est que les données étaient dispersées sur des plateformes différentes et n'étaient pas disponibles dans les mêmes formats. Il y avait donc tout un travail de conversion à réaliser. » L'idée vient alors de créer un programme réunissant toutes les informations sur les événements transitoires. Astro-COLIBRI rencontre vite le succès. Actuellement, plusieurs dizaines d'alertes issues de nombreux observatoires sont partagées chaque jour via le programme, qui compte 25 000 utilisateurs et utilisatrices. La plateforme donne la possibilité de sélectionner les phénomènes d'intérêt et de recevoir des notifications pour alerter de nouvelles détections.

Régulièrement, Astro-COLIBRI s'enrichit de nouveaux outils pour faciliter le suivi des événements, comme Tilepy, aussi créé par l'équipe de Fabian Schüssler. Cet outil traite les informations de localisation des alertes afin de guider les observations. « La particularité des phénomènes transitoires, surtout avec les ondes gravitationnelles, est qu'ils sont mal localisés dans le ciel », relève l'astrophysicien. En résultent des zones d'incertitude relativement larges et qui ne sont pas faciles à couvrir de manière rapide avec un télescope. À partir des informations disponibles, Tilepy calcule un plan d'observation optimisé pour réduire efficacement la zone d'incertitude. « Il ne reste alors plus qu'à pointer l'observatoire vers les coordonnées indiquées. »

Améliorer la détection des messagers

Dans cette quête de l'astronomie transitoire, tisser des réseaux collaboratifs est devenu une stratégie essentielle pour répondre le plus efficacement possible aux alertes. Mais encore faut-il qu'il y en ait.

C'est pourquoi les scientifiques œuvrent aussi à améliorer la détection de chaque messager pour ne manquer aucun signal. C'est justement la mission d'Angélique Lartaux, chercheuse au Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay/Univ. Paris-Cité/CNRS) spécialisée dans la détection des ondes gravitationnelles. « Travailler sur les détecteurs est très intéressant. Parce que si l'on gagne un facteur deux en sensibilité, cela représente un facteur huit en volume de détection, c'est presque dix fois plus d'événements accessibles. »

Les ondes gravitationnelles sont détectées par des installations appelées interféromètres. Leur objectif est de mesurer les interférences qui les traversent grâce à un laser divisé en deux faisceaux et réfléchi par des miroirs. Lorsqu'une perturbation de l'espace-temps atteint la Terre, les distances parcourues par les faisceaux se retrouvent modifiées. On observe alors un déphasage du laser. La difficulté est que ces instruments mesurent des mouvements très fins et sont donc très sensibles à la moindre perturbation. « Mon travail consiste à réduire certains bruits au sein du détecteur. À cause de la température, par exemple, les miroirs ont tendance à bouger », décrypte la chercheuse. « Je travaille aussi sur un autre bruit qui est lié aux fluctuations quantiques de la lumière et qui a pour effet de changer la lumière reçue à un instant t. »

Les performances de LIGO et Virgo, rejoints par le détecteur japonais KAGRA (Kamioka gravitational wave detector), témoignent déjà de progrès considérables. Depuis 2015, quatre campagnes de prise de données ont été réalisées. Alors que la première ne compte que trois événements, la dernière, achevée en novembre 2025, franchit le seuil des 200 détections. Plus important, cette campagne met en évidence le signal le plus clair jamais détecté d'une fusion de trous noirs. « L'événement est très similaire au premier observé en 2015 mais le rapport signal/bruit est dix à cent fois meilleur et c'est grâce à l'amélioration des détecteurs », souligne Angélique Lartaux. Pour l'heure, ces progrès n'ont pas suffi à renouveler l'exploit de 2017. Mais les données recueillies livrent des informations précieuses pour approfondir les modèles astrophysiques et

les connaissances sur les trous noirs et les étoiles à neutrons. Ces mêmes informations aident également à envisager l'avenir de la détection des ondes gravitationnelles.

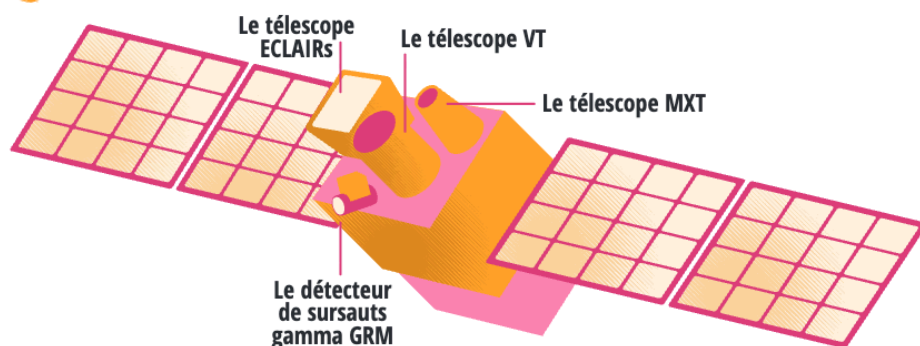
Depuis mars 2026, Angélique Lartaux est porte-parole adjointe de la collaboration Einstein Telescope qui ambitionne de devenir l'observatoire européen le plus avancé dans le domaine. Cette installation prévoit, pour cela, de faire appel à différentes innovations dont une infrastructure souterraine. Elle sera également équipée de bras de dix à quinze kilomètres de long, contre trois et quatre kilomètres pour Virgo et LIGO. « Plus les bras sont longs, mieux on détecte. » L'observatoire devrait voir le jour à l'horizon 2040 mais le projet n'est encore qu'à la phase de préparation. Ni la localisation, ni la géométrie de l'installation ne sont pour le moment choisies. Deux possibilités sont à l'étude : une géométrie en triangle, avec trois doubles-détecteurs, ou en forme de L, avec deux doubles-détecteurs. « Notre rôle est de ressortir les avantages et les inconvénients des deux géométries du point de vue scientifique », précise la chercheuse. L'objectif avec Einstein Telescope est « d'observer quasiment toutes les fusions de trous noirs jusqu'aux premiers instants de l'Univers ».

SVOM sur la piste des sursauts gamma

Si l'avenir se prépare avec des projets comme Einstein Telescope, de nouvelles missions spatiales ont déjà pris leur envol pour scruter le ciel transitoire. C'est le cas de la mission franco-chinoise SVOM (Space-based multi-band astronomical variable objects monitor) qui célèbre en juin 2026 son deuxième anniversaire. Actuellement en orbite à 625 km d'altitude, le satellite SVOM se consacre à l'étude des sursauts gamma. Il dispose pour cela de quatre instruments principaux, dont le télescope à grand champ ECLAIRS et le détecteur gamma GRM (Gamma-ray burst monitor). « Ces instruments servent à détecter en temps réel les sources de haute énergie en rayons gamma et en rayons X, et à les localiser dans le ciel », décrypte Damien Turpin, chercheur au Département d'astrophysique (DAP - Univ. Paris-Saclay/CEA) du CEA Paris-Saclay et responsable des opérations scientifiques de SVOM. Charge ensuite aux deux autres télescopes, MXT (Microchannel X-ray telescope) et Visible Telescope, de couvrir la zone ciblée dans leur gamme de longueurs d'onde.

Inspiré par le satellite américain Swift, SVOM est une plateforme hyper-versatile. À la moindre alerte détectée, il est capable de repositionner automatiquement ses télescopes vers la bonne direction. La mission a également la particularité d'inclure un réseau d'antennes disposées sous la trace du satellite, pour recevoir en temps réel le statut des instruments et les informations d'alerte. À cela s'ajoutent deux télescopes robotiques - l'un au Mexique, l'autre en Chine - ainsi qu'un réseau de petits télescopes pointés vers la même région du ciel que celle observée par ECLAIRS. « C'est la plus-value de SVOM d'avoir un segment sol intégré, mais aussi des collaborations privilégiées avec de grands

Recherche



LE SATELLITE SVOM ET SES INSTRUMENTS

télescopes comme le Very Large Telescope au Chili. » Comme avec les ondes gravitationnelles, l'objectif est de diffuser les alertes de SVOM pour appeler la communauté à suivre l'événement, le plus vite possible.

Deux ans après son lancement, la mission fait déjà ses preuves. En 2025, ECLAIRS totalise 51 sursauts gamma détectés à bord. Plus de la moitié d'entre eux sont caractérisés par une mesure du décalage vers le rouge (en anglais, *redshift*), qui informe sur la distance à laquelle s'est produit l'événement. Autre fait marquant : en mars 2025, l'instrument enregistre GRB 250314A, l'un des sursauts gamma les plus lointains collectés. Il proviendrait d'une étoile ayant explosé alors que l'Univers n'avait que 730 millions d'années, et dont le signal aurait voyagé pendant treize milliards d'années avant d'atteindre ECLAIRS. « Cela fait douze ans qu'on n'avait pas détecté une explosion aussi lointaine. » Cette observation met aussi à l'épreuve la chaîne de détection. Après l'alerte d'ECLAIRS, MXT et VT ont mis quelques centaines de secondes à démarrer l'observation. Mais il a fallu attendre un délai de dix-sept heures pour que de grands télescopes sur Terre en fassent de même. « C'est l'un de nos objectifs : développer la chaîne de détection pour réduire les délais. »

« Les sursauts gamma sont un laboratoire super intéressant parce qu'on observe des phénomènes qui sont à l'échelle de temps humaine. Mais cela signifie qu'il faut être prêt 24 heures sur 24 et sept jours sur sept pour ne rien manquer », ajoute Damien Turpin. Par chance, l'histoire de GRB 250314A ne s'arrête pas là puisque, 110 jours plus tard, le télescope spatial James Webb parvient à capter la supernova associée. Ce type d'observations est utile pour approfondir les connaissances sur les sursauts et leur origine. Selon les recherches, il en existe plusieurs types : les sursauts gamma courts – inférieurs à deux secondes – et les sursauts gamma longs. Les premiers seraient produits par une fusion d'étoiles à neutrons tandis que les seconds seraient issus de la mort d'une étoile massive. « C'est donc très important pour nous de savoir s'il y a une supernova associée pour valider le scénario astrophysique. »

Tandis que SVOM s'apprête à marquer la science des sursauts gamma, un autre observatoire, dont la mise en service est attendue depuis longtemps, devrait ouvrir un nouveau chapitre dans le monde de l'astronomie collaborative.

Des millions d'alertes astronomiques à trier

Perché sur une montagne du Chili, l'observatoire Vera C. Rubin est une installation hors normes dans le paysage astronomique, qui affiche un champ d'observation équivalent à quarante fois la surface de la pleine Lune et une caméra d'une résolution de 3,2 milliards de pixels. Avec ses instruments, l'expérience *Legacy Survey of Space and Time* (LSST) prévoit de produire, toutes les trois nuits, un relevé complet du ciel austral, à raison de 800 clichés par nuit. Si ces données devraient aider à élucider des mystères cosmologiques comme l'énergie noire (voir l'article Recherche paru dans *L'Édition 26*), l'observatoire ouvre aussi une fenêtre sans précédent sur les phénomènes transitoires. Mais ces performances d'un nouveau genre impliquent des défis tout aussi inédits.

Julien Peloton, ingénieur de recherche à l'IJCLab, en sait quelque chose. Depuis plusieurs années, il travaille à développer un outil capable d'ingérer le volume de données de LSST, qui s'annonce colossal comparé aux expériences précédentes. « Dans les années 2010, les meilleures installations émettaient quelques centaines d'alertes de détection par nuit. Puis on est monté à 100-200 000 alertes. L'observatoire Rubin propose d'en faire dix millions. C'est clairement un ordre de grandeur au-dessus », explique l'ingénieur. Comment faire le tri dans ces millions d'alertes ? En 2019, alors que l'observatoire est encore en construction, un appel est lancé pour trouver une solution. Julien Peloton y répond avec le projet Fink.

Fink est un logiciel qui ne se contente pas de recevoir le flux de données des équipements auxquels il est connecté. C'est ce qu'on appelle un *broker* (en français, un gestionnaire d'alertes). Une fois reçu, le flux est découpé en « paquets d'alertes » qui sont envoyés à des machines différentes pour être traités, analysés et enrichis. Le but est, à partir des informations factuelles extraites des alertes, de qualifier avec précision les variations détectées et les phénomènes associés. Les données sont ensuite stockées, classées et mises à disposition. Grâce à des filtres, « les utilisateurs et utilisatrices ont la possibilité de faire leur propre recette de cuisine pour n'obtenir que les signaux qui les intéressent. » En fonction des choix, les alertes leur sont alors envoyées via une application ou sont récupérées directement sur la base de données de Fink, hébergée sur les clouds de l'Université Paris-Saclay et du

Centre de calcul de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3), et disponible en accès libre.

Pour développer le *broker*, l'équipe s'est appuyée sur un autre observatoire, le *Zwicky transient facility* (ZTF) situé en Californie. Bien qu'il n'émette « que » 200 000 alertes par nuit, « ZTF est comme un mini Rubin à tous points de vue », précise Julien Peloton. À partir de flux de données, dont celui de ZTF, Fink s'est construit brique par brique, avec une approche communautaire. « On a demandé à des expertes et experts de nous expliquer comment détecter leurs sources d'intérêt : supernova, sursauts gamma, etc. Cela a créé une sorte de puzzle qu'on a rempli au fur et à mesure. » En quelques années, l'équipe passe de deux personnes à plus de 150 contributeurs et contributrices issues d'une vingtaine de pays, faisant progressivement évoluer l'outil.

Ne restait plus alors pour Fink qu'à sauter dans le grand bain. C'est maintenant chose faite avec la mise en service de l'observatoire Rubin. Dans la nuit du 24 au 25 février 2026, l'installation émet ses premières alertes officielles : 800 000 en quelques heures. Et le passage à l'échelle se fait remarquer. « On a enregistré un tsunami de gens sur la base de données », sourit Julien Peloton. « En l'espace de deux semaines, on a eu plus d'un million de requêtes par jour, contre environ 100 000 avant. » Bien qu'il soit toujours en phase de mise en service, l'observatoire est depuis passé à plusieurs millions d'alertes par nuit. Du travail en perspective pour Fink, qui est l'un des sept *brokers* développés pour traiter le flux de LSST.

Intégré à d'autres plateformes, dont Astro-COLIBRI, Fink ne réserve pas ses performances à LSST puisqu'il possède des extensions dans bien d'autres projets. « Fink est déjà utilisé par d'autres collaborations dont LIGO/Virgo/KAGRA, SVOM et GRANDMA. » Lancé en 2018 sous l'impulsion de Sarah Antier, enseignante-chercheuse à l'IJCLab, GRANDMA (pour *Global rapid advanced network devoted to the multi-messenger addicts*) est un réseau international de vingt-cinq télescopes dédié à l'astronomie transitoire et au suivi des alertes. « Le mot d'ordre aujourd'hui est vraiment la coopération », confirme Julien Peloton. Ces efforts seront-ils bientôt récompensés par une autre détection exceptionnelle ? « Les dernières années n'ont pas été aussi prolifiques en événements multimessagers que 2017, mais on y croit toujours et la communauté est prête à accueillir le prochain événement ! », conclut Damien Turpin. **E.F.**

Références

- F. Schüssler et al., Astro-COLIBRI: A Comprehensive Platform for Real-Time Multi-Messenger Astrophysics, *Proceedings of Science*, 2025.
- A. Abac et al., The Science of the Einstein Telescope, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2026.
- A. Abac et al., GWTC-4.0: An Introduction to Version 4.0 of the Gravitational-Wave Transient Catalog, *Astrophysical Journal Letters*, 2025.
- B. Cordier et al., SVOM GRB 250314A at $z \times 7.3$: An exploding star in the era of re-ionization, *Astronomy and Astrophysics*, 2025.
- Fraga et al., Transient classifiers for Fink Benchmarks for LSST, *Astronomy and Astrophysics*, 2024.

Musique et société

Quand musique et sciences résonnent

De par son omniprésence au quotidien, la musique constitue depuis quelques années un objet d'étude majeur en sciences sociales et cognitives. Des équipes de recherche de l'Université Paris-Saclay tentent aujourd'hui de mieux comprendre l'influence de cet art dans les sociétés et dans le développement humain.

Mots-clefs

Cinémusicologie
—
Pratique musicale
—
Neuroimagerie
—
Musique électroacoustique
—

Invisible et immatérielle, la musique occupe pourtant une place centrale dans la vie sociale et émotionnelle des sociétés humaines. De la playlist personnelle écoutée dans les transports aux concerts internationaux, elle trouve autant sa place dans les espaces du quotidien que lors d'événements de plus grande ampleur. En 2023, selon une large étude du Centre national de la musique, plus des trois quarts de la population française considéraient ainsi que la musique occupait une place importante dans leur vie, ce chiffre passant à 90 % pour les moins de 25 ans.

Définir précisément la musique reste cependant complexe. Pour Xavier Hautbois, maître de conférences en

musique, image et *sound design* au cinéma. Parallèlement à plusieurs travaux sur le mouvement cinématographique de la Nouvelle Vague en France et sur le cinéma fantastique hispanique et italien, elle se spécialise dans les films hollywoodiens de science-fiction, d'horreur et d'espionnage contemporains. « *Au cinéma, la musique révèle les qualités que l'image n'aurait peut-être pas seule* », explique la chercheuse, elle-même musicienne et passionnée de cinéma. « *Celle-ci renforce les choix de cadrage et de couleur et porte le spectateur ou la spectatrice émotionnellement et dramatiquement au sein du récit.* » En 2018, elle publie notamment une étude sur l'esthétique musicale du film *Interstellar*, conçue par le compositeur

Parmi ses autres analyses de musiques de films, Chloé Huvet compte plusieurs sagas et grandes franchises telles que *Star Wars* et *Alien*. Elle s'intéresse notamment aux préquels, dont les constructions musicales relèvent du défi pour les compositeurs et compositrices. Elle développe : « *Dans des films immersifs comme Prometheus et Alien: Covenant, préquels de la saga Alien, le but n'est pas seulement de soutenir l'émotion, mais également de donner vie à un univers crédible, censé se passer avant la trilogie originale, mais avec des moyens techniques plus perfectionnés que lors de la construction des films précédents.* » D'autre part, l'univers sonore du film *Alien* original reposant largement sur la suggestion - le xénomorphe étant peu montré à l'écran - les préquels ont pour défi de développer une identité sonore nouvelle, adaptée à la personnalité et à l'évolution corporelle du monstre. Pour intégrer ces deux films dans l'univers de la saga, l'équipe a travaillé à partir de quelques composantes sonores des films précédents mais a dû également concevoir de nouveaux bruits. Ce sont ensuite par différents procédés tels que la déformation numérique et le dégoût acoustique - basé sur des bruits humides et moites - que les préquels prennent toute leur dimension.

Dans un tout autre registre, la cinémusicologie se plaît également à analyser les univers sonores des films *James Bond* et *Mission: Impossible*, et notamment aux multiples déplacements à l'étranger des personnages principaux. Elle mène des travaux de recherche sur la question avec la géographe Marie-Hélène Chevrier. « *L'un des objectifs de ces franchises d'espionnage est de dépayser le spectateur, en utilisant, pour les films les plus anciens, des recettes de l'exotisme très stéréotypées* », explique Chloé Huvet. « *Il est intéressant de suivre, au fil des films, l'évolution des imaginaires et la façon dont les compositeurs et compositrices remobilisent ces clichés volontairement pour créer une distance ironique, ou la façon dont elles et ils s'en détournent complètement pour développer un univers sonore beaucoup plus subtil.* » L'enseignante-chercheuse s'intéresse dans cette même optique à la notion de « cartes postales musicales », à travers desquelles les imaginaires véhiculés sont parfois construits de toutes pièces et très éloignés de la réalité.

Dans la continuité de son travail de recherche global sur le cinéma hollywoodien contemporain, la musicologue s'intéresse aujourd'hui au cinéma de

« *La musique est l'art d'organiser les sons, qu'il s'agisse de notes, de bruits ou d'autres sons, musicaux ou non. L'important est que ceux-ci soient composés, avec une narration et un sens temporel pensé.* » — Xavier Hautbois

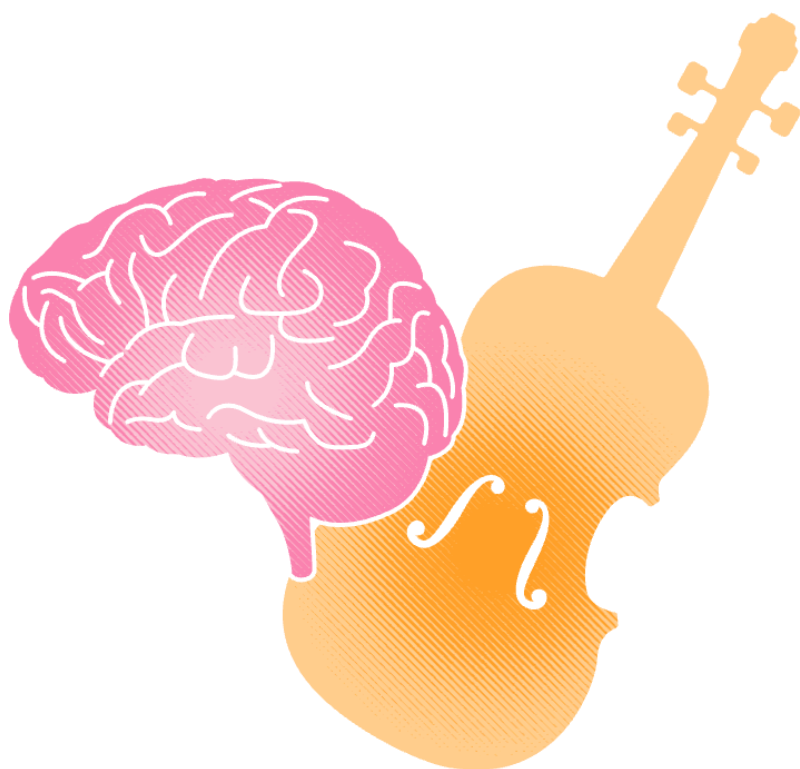
musicologie et membre du Centre d'histoire culturelle des sociétés contemporaines (CHCSC - Univ. Paris-Saclay/UVSQ), celle-ci naît avant tout avec l'idée de construction musicale. « *La musique est l'art d'organiser les sons, qu'il s'agisse de notes, de bruits ou d'autres sons, musicaux ou non. L'important est que ceux-ci soient composés, avec une narration et un sens temporel pensé.* » Chloé Huvet, maîtresse de conférences en musicologie rattachée au laboratoire Recherches en arts du spectacle et musique du CHCSC (RASM-CHCSC - Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Évry), complète : « *Au cinéma, la musique correspond à l'organisation des éléments sonores selon une intention compositionnelle. Elle se distingue du sound design, qui regroupe les effets sonores, bruits et ambiances, bien que la frontière entre ces deux domaines puisse être perméable.* » Ces effets sonores regroupent notamment les bruits de créatures, les ambiances de paysage ou encore les actions à l'écran, comme les explosions et les perceptions d'un personnage.

Comprendre la complexité sonore des films

Cofondatrice du groupe de recherche d'étude des langages musico-sonores à l'écran (ELMEC), Chloé Huvet est justement spécialiste des rapports entre

Hans Zimmer. « *Ce film a largement été commenté pour l'aspect monumental de ses images, propre à son réalisateur Christopher Nolan, mais la musique fait rejaillir les enjeux plus profonds que la simple exploration spatiale* », développe Chloé Huvet, pour qui le scénario, la mise en scène et la composition du film sont largement dominés par le thème de l'amour père-fille.

Pour renforcer ces enjeux humains et intimes dans le film, la musicologue analyse qu'Hans Zimmer y mobilise des choix d'orchestration différents que pour ses productions précédentes : « *À la place des cuivres et des percussions utilisés sur des blockbusters comme Gladiator ou The Dark Knight, Hans Zimmer a étendu ici sa palette vers les bois et les cordes, donnant un aspect plus doux et nostalgique à la musique. Des textures plus aériennes et lumineuses sont également obtenues grâce au synthétiseur, à la harpe et au célesta.* » Plus important encore, c'est à l'orgue que le compositeur confie le thème d'amour central entre le père et sa fille. « *Cet instrument est capable des effets les plus monumentaux et mystiques, mais est également utilisé ici à contre-emploi, dans une dimension beaucoup plus ténue et fragile. Son usage est particulièrement marquant dans un film comme Interstellar, à la fois spectaculaire et intime* », résume la chercheuse.



privation sensorielle, c'est-à-dire aux films dans lesquels les protagonistes sont dépourvus ou privés d'un de leurs sens. Une problématique supplémentaire pour les créateurs et créatrices de la bande-son des films, qui rend à nouveau compte du rôle déjà crucial de la musique et du *sound design* dans le cinéma immersif.

La pratique musicale décryptée par la neuroimagerie

Si la musique a bien le pouvoir de transmettre des émotions et transporter virtuellement dans d'autres univers, qu'en est-il de ses autres bienfaits, notamment sur le cerveau humain ? Théo Morfoisse, doctorant au sein de l'Unité de recherche en imagerie cognitive (Unicog - Univ. Paris-Saclay/CEA/Inserm/Collège de France) du centre NeuroSpin, travaille justement sur cette question. Plus précisément, sa thèse, dirigée par Ghislaine Dehaene-Lambertz et Stanislas Dehaene, s'intéresse à l'impact de l'apprentissage d'un instrument chez les jeunes enfants. Il développe : « *Mes recherches portent sur l'influence de la pratique musicale sur le cerveau en développement. L'idée est de comprendre si, d'un point de vue neuronal, cet apprentissage modifie le développement cognitif et les capacités des enfants.* »

Pour conduire leurs recherches, Théo Morfoisse et son équipe s'appuient sur le programme Un violon dans mon école, existant depuis 2014. Cette initiative, développée par la fondation Vareille, consiste à offrir un violon et des cours de musique à des enfants scolarisés dans des établissements du Réseau d'éducation prioritaire (REP+). L'objectif affiché : « *mieux réussir à l'école* » grâce à l'apprentissage soutenu et précoce d'un instrument complexe, de la maternelle jusqu'au CE1.

À la rentrée 2025, le projet Un violon dans mon école estimait bénéficier à 5 200 jeunes violonistes, dans 75 écoles françaises et étrangères.

Reste pour les chercheurs de NeuroSpin à déterminer l'impact de ce programme pour les enfants bénéficiaires. « *La musique influençant potentiellement de nombreux domaines, nos recherches se concentrent sur quatre hypothèses : son impact possible sur le développement du langage, des fonctions exécutives [capacité d'attention, par exemple], des mathématiques ou encore des capacités socio-émotionnelles* », détaille Théo Morfoisse. Pour vérifier ces différentes hypothèses, le doctorant effectue une série d'analyses sur trois ans sur une cinquantaine de jeunes enfants, à l'aide d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et de magnéto-encéphalographie (MEG). « *Ces deux techniques sont complémentaires car l'IRM a une excellente résolution spatiale, de l'ordre du millimètre, tandis que la MEG donne une haute résolution temporelle, à l'échelle de la milliseconde.* » Combinées, ces deux types de neuroimagerie donnent ainsi un excellent aperçu des zones du cerveau activées chez les enfants lorsqu'elles et ils effectuent différentes tâches.

Au regard des données obtenues tout au long de sa thèse, Théo Morfoisse dévoile les premiers résultats : « *D'un point de vue comportemental et neuronal, nous trouvons très peu de différences entre les enfants bénéficiaires du programme Un violon dans mon école et les enfants du groupe contrôle, que ce soit au niveau des mathématiques, du langage ou encore des capacités socio-émotionnelles.* » Le scientifique et son équipe notent toutefois des différences significatives - bien que faibles - concernant les fonctions exécutives : les enfants ayant appris le violon obtiennent de

meilleurs résultats et sont plus rapides que les enfants du groupe contrôle pour les tâches demandant une bonne capacité d'attention.

Au-delà de mieux comprendre l'influence de la musique sur d'autres disciplines, les données obtenues par Théo Morfoisse et son équipe sont « *rare* », et particulièrement précieuses pour les scientifiques de NeuroSpin. C'est ainsi qu'au cours de sa thèse, le doctorant a observé que les régions cérébrales utilisées pour les mathématiques chez l'adulte, notamment le sillon intrapariétal, sont déjà bien identifiables chez les jeunes enfants. « *Grâce à ces données, nous montrons que le système des mathématiques est déjà mobilisé par les enfants, avant même leur entrée à l'école et les premiers cours de mathématiques formels !* », se réjouit le neuroscientifique.

Redonner sa place à la création musicale dans les écoles

Spécialiste en musicologie contemporaine et numérique, Xavier Hautbois s'intéresse lui aussi à l'influence de la pratique musicale dans les écoles. Il développe depuis 2016 le SoundCube, un instrument de musique électroacoustique composé de six cubes numérotés, d'une lampe-caméra reliée à un ordinateur et d'un logiciel. « *Chaque cube correspond à un son et à un effet sonore défini, modulable par la position et la rotation du cube devant la caméra* », précise Xavier Hautbois, pour qui l'aspect pédagogique est indissociable de ses travaux de recherche. « *L'idée était de créer un dispositif qui soit très facile à utiliser, à la fois par les élèves et par le corps enseignant.* »

Déjà déployé dans une dizaine d'écoles, de collèges, de conservatoires, et plus récemment dans des centres de soins par la musique, le SoundCube fait aujourd'hui l'objet d'études approfondies. Plusieurs travaux de recherche sont en cours, en collaboration avec l'Institut national supérieur du professorat et de l'éducation (Inspé) d'Aix-Marseille, afin de vérifier l'impact de cet instrument sur l'apprentissage fondamental, les compétences langagières et la créativité des enfants. Un premier article, publié en 2026, conclut que le SoundCube favorise le développement de la concentration, de l'attention, de l'écoute et de la cohésion des élèves. L'enseignant-chercheur développe : « *Au-delà de sa facilité de prise en main, la force du dispositif est qu'il mobilise à la fois le visuel, le toucher et l'audition. Les enfants, en concentrant leur attention simultanément sur le mouvement de leurs mains et sur le rendu sonore qui en résulte, travaillent ainsi autant l'écoute active que la précision du geste et l'expression musicale en public.* » Une autre étude, en cours de publication, s'intéresse davantage à la notion de créativité. « *Nous avons fourni un SoundCube et des instructions identiques à plusieurs groupes d'élèves du CP au CM2. À partir de cette même base de travail, il est intéressant de remarquer que toutes les compositions sont très différentes et que chaque groupe fait preuve d'une créativité remarquable* », révèle Xavier Hautbois.

Pour le musicologue, ces résultats soulèvent des questions plus globales sur l'apprentissage scolaire et le besoin de créer des ponts entre les disciplines. « Nos expérimentations illustrent une méthode de travail fondée sur la relation entre les apprentissages fondamentaux et la création sonore. La musique n'est pas uniquement enseignée ici pour enrichir la culture musicale des élèves, mais aussi dans un processus plus large, afin d'aider à faire du lien entre les différents savoirs acquis. » Par ailleurs, la mobilisation des différents sens, dont le geste, ainsi que la création d'une composition personnelle sur le court terme, semblent davantage motiver et encourager les élèves à persévérer dans ces activités que des cours classiques. Théo Morfoisse, qui déplore également le manque d'activités créatives, notamment au collège et au lycée, confirme : « Toute pratique artistique ou sportive est bonne pour développer ses compétences fondamentales. Dans les premières années de sa vie, l'idéal pour un enfant est d'être exposé à un maximum de disciplines et de lui donner ensuite la possibilité de s'attacher à l'une d'elles. »

La musique comme outil de médiation scientifique

Xavier Hautbois, lui-même musicien depuis son enfance, est particulièrement friand de ces ponts entre disciplines et consacre une part importante de son travail de recherche à la création musicale. À la fois compositeur et ingénieur, il cherche depuis sa thèse des similitudes entre les modes de pensée à l'œuvre en physique et ceux qui interviennent dans la composition musicale. Dans cette optique, il s'intéresse tout particulièrement aux liens entre le visuel et le sonore, qui se manifestent aujourd'hui dans l'ensemble de ses créations.

En 2021 particulièrement, Xavier Hautbois coconçoit, en collaboration avec son collègue Florent Di Bartolo, l'œuvre immersive, visuelle et sonore *La Grande Accélération*. Cette installation, lauréate de l'appel à projets Expérimentation 2020 de l'Université Paris-Saclay et exposée à

« La musique a cette formidable capacité de réunir les personnes autour d'un même univers partagé et de recréer un imaginaire collectif. » — Chloé Huvet

plusieurs reprises, a pour thème la fonte des glaces en Antarctique. Xavier Hautbois, créateur des éléments sonores, détaille : « Tous les instruments utilisés sont des sons de synthèse, sauf le violoncelle, qui est également l'élément sonore principal. Cet instrument apporte une chaleur très humaine à l'ensemble et ses différents modes de jeu transforment les images et les courbes projetées à l'écran. C'est ensuite le public qui, à l'aide de capteurs disposés dans la salle, agit à la fois sur l'image et le son, restructurant l'œuvre dans son ensemble. »

Pour construire les courbes qui alimentent les images et le son de leur installation, Xavier Hautbois et Florent Di Bartolo se sont inspirés des données produites par les scientifiques du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE - Univ. Paris-Saclay/UVSQ/CNRS/CEA). « L'idée était de s'approprier leurs données d'une manière tout à fait différente », explique Xavier Hautbois. « Bien que le réchauffement climatique soit une catastrophe, nous voulions éviter l'effet de choc pour le public. La Grande Accélération privilégie une approche esthétique et cherche une fascination ou un envoûtement, à la fois par les images et par la musique. »

Grâce à ce projet mêlant art et science, les deux enseignants-chercheurs espèrent sensibiliser un public plus large, et parfois plus éloigné des sciences, à ce sujet qui leur tient à cœur. « La musique est une très bonne façon de véhiculer des messages scientifiques », note Xavier Hautbois. « Par les images et par l'univers sonore, l'ambition est de transformer les données scientifiques en une expérience sensible, bien au-delà d'un simple tableau de chiffres. Le côté immersif pousse également à une réflexion beaucoup

plus introspective et profonde. » Fort du succès de *La Grande Accélération*, qui sera exposée une quatrième fois lors du colloque scientifique et musical Humanimal 2.0 à Maisons-Alfort en novembre 2026, Xavier Hautbois travaille aujourd'hui sur un nouveau projet artistique autour de l'informatique quantique, en collaboration avec le physicien Philippe Bootz. En 2025 et 2026, il reçoit également deux prix aux États-Unis pour le court-métrage d'animation *TombeauX*, dont le son et les images de synthèse s'inspirent des attentats du 11 septembre 2001.

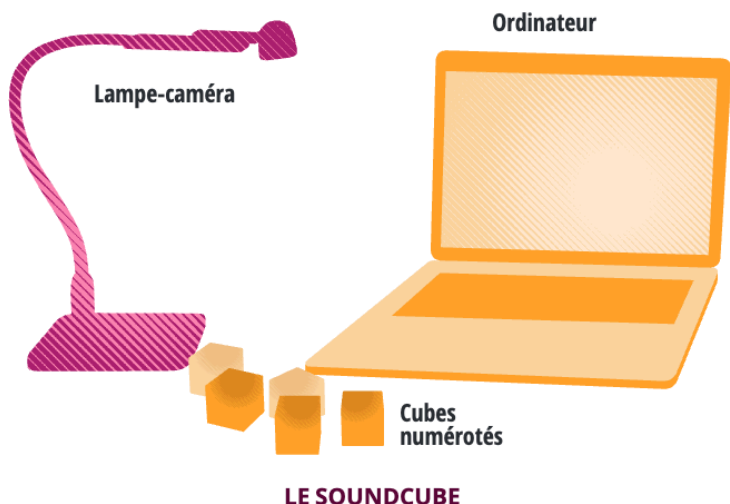
Au cinéma, à l'école et au quotidien, la musique s'avère cruciale pour transmettre des émotions et renforcer certaines capacités fondamentales. Au-delà d'un simple loisir, elle se perçoit comme un langage universel, traduisant des sentiments et des valeurs compréhensibles par toutes les sociétés humaines. Pour Chloé Huvet, c'est précisément cette notion d'émotions partagées qui donne à la musique son rôle central dans la société. Elle voit dans le succès récent des ciné-concerts une réelle envie des spectateurs et des spectatrices de se connecter l'un à l'autre à travers la musique. « Même si chaque auditeur ou auditrice écoute avec son propre vécu et ses souvenirs personnels, la musique, notamment de film, a cette formidable capacité de réunir les personnes autour d'un même univers partagé et de recréer un imaginaire collectif », conclut la chercheuse. J.B.

Références

Marie-Hélène Chevrier, Chloé Huvet. Musique de film et construction des imaginaires touristiques dans les blockbusters hollywoodiens. De James Bond à Mission : Impossible. *Via Tourism Review*, 2023, 23.

Morfoisse, T., Becuwe, S., Palu, M., Potier-Watkins, C., Dehaene-Lambertz, G., & Dehaene, S. (2025). Impact of education and music training on the development of early abstraction abilities. *bioRxiv*, 2025-03.

Pascal Terrien, Éric Tortochot, Xavier Hautbois, Thomas Fernandez, Aymeric Rodriguez. De la création sonore du SoundCube aux compétences langagières à l'école. *L'éducation musicale des enfants autour de la Méditerranée*, Delatour France, 2026.



Les Rendez-vous innovation

Semer des graines au cœur du territoire

Nés dans le cadre du Pôle universitaire d'innovation (PUI) Innovation Alliance Université Paris-Saclay labellisé France 2030, les « Rendez-vous innovation » sont un événement qui vise à mettre en lumière les forces en présence en matière d'innovation et à catalyser les échanges entre les mondes académique et socio-économique. Après une première édition consacrée à la santé, l'événement est de retour pour une deuxième édition centrée sur la thématique agri-agro et bioéconomie.

Qu'elles et ils évoluent dans le monde académique ou le secteur privé, les chercheurs et chercheuses partagent une même ambition : celle de faire avancer la recherche et de répondre aux grands défis sociétaux. Pourtant, les occasions de rencontre entre les mondes académique et privé restent rares. Né dans le cadre du Pôle universitaire d'innovation (PUI) Innovation Alliance Université Paris-Saclay labellisé France 2030, l'événement « Rendez-vous innovation » a été imaginé pour faire germer ces connexions essentielles, qui aident à transformer les découvertes scientifiques en innovations concrètes.

Mutualiser, partager, accélérer

« L'initiative est partie d'une conviction », explique Rémi Waché, responsable de la cellule de développement des partenariats de l'Université Paris-Saclay. « En tant qu'équipe de business development, nous avons pour mission de trouver des projets et d'identifier des entreprises qui nécessitent des compétences scientifiques. Mais la plupart des collaborations de recherche se créent sans nous, de manière assez spontanée. » Très souvent, il suffit d'un simple échange ou d'une rencontre entre deux chercheurs ou chercheuses pour faire émerger les prémices d'un projet. Cependant, certaines connexions mettent parfois du temps à devenir des collaborations concrètes. Avec les Rendez-vous innovation, l'objectif est de multiplier les occasions de rencontre, mais aussi de créer les conditions favorables aux échanges pour « faciliter les connexions » et « semer des graines », poursuit Rémi Waché.

Le développement du lien avec le monde socio-économique est une mission particulièrement importante qui est aujourd'hui au cœur de l'un des enjeux du PUI Innovation Alliance Université Paris-Saclay*. Les collaborations public-privé offrent en effet la possibilité de mutualiser les compétences, de partager les équipements et plateformes technologiques, et d'accélérer les phases de développement. Elles favorisent ainsi ce qu'on appelle le « continuum de l'innovation » : le passage de l'idée scientifique jusqu'au produit ou service final.

Les Rendez-vous innovation ont également pour objectif de faire rayonner les forces et excellences du PUI. Dans ce cadre, des cartographies innovation sont réalisées à l'échelle des Graduate Schools (GS) de l'Université Paris-Saclay par la Société d'accélération du transfert technologique (SATT) Paris-Saclay, membre fondateur du PUI. Via la constitution d'une base de données intelligente à l'échelle du PUI, ces cartographies consistent à mettre en lumière les différents actifs d'innovation des GS. Autrement dit, d'identifier les technologies développées, les domaines applicatifs, les start-up créées ou accompagnées, ainsi que les partenaires socio-économiques associés aux unités de recherche. « L'objectif est de capturer, à un instant donné, la dynamique d'innovation et le potentiel d'attractivité du territoire », explique Lucie Genestout, chargée de mission innovation à la SATT Paris-Saclay. Dès lors, les Rendez-vous innovation deviennent une occasion de fédérer les forces des GS et de présenter de grands panoramas innovation par filière stratégique.

Autre élément clé dans le contexte de création de l'événement : si le PUI tire sa force de son ancrage territorial, il s'articule également autour des dispositifs mis en place à l'échelle nationale. Parmi eux, figurent les Stratégies nationales d'accélération (SNA) qui identifient des thématiques scientifiques considérées comme prioritaires, avec des financements associés et une volonté affirmée de soutenir le développement de ces secteurs.

Dans cette logique, les Rendez-vous innovation ont été pensés comme un outil de mise en visibilité des forces scientifiques du territoire autour de ces thématiques, et d'autres thématiques complémentaires. Cependant, l'enjeu ne se limite pas à présenter une cartographie de l'écosystème : il est aussi d'inciter les acteurs et actrices à se rencontrer concrètement, en passant d'une logique de simple restitution à une véritable dynamique de mise en relation puis de collaboration.



Un format sur mesure : retour sur le Rendez-vous innovation en santé

Si les thématiques varient d'une édition à l'autre, l'équipe organisatrice des Rendez-vous innovation a imaginé un format sur mesure et facilement déclinable. L'événement se construit ainsi en deux phases. La première donne lieu à un moment en plénière durant lequel le panorama innovation est présenté, et qui est suivi de tables rondes abordant des sujets liés aux enjeux de la thématique.

La seconde phase prend la forme d'un village de stands thématiques construit autour du continuum de l'innovation, et à travers lequel les participantes et participants circulent librement pour inciter à l'échange. Il est ainsi possible pour un ou une représentante d'entreprise, par exemple, de rencontrer directement des laboratoires, de découvrir des plateformes technologiques, d'identifier des projets en cours de développement ou encore

Plus de 250 participantes et participants ont pris part à cette première édition. Si l'impact réel de l'initiative sur les relations et collaborations créées reste difficile à mesurer précisément, les premiers retours sont encourageants. « Une enquête de satisfaction a été réalisée peu après cet événement et les retours étaient globalement positifs », se réjouit Rémi Waché. « Mais il est plus compliqué de mesurer les collaborations qui se construisent dans la durée », concède-t-il.

Avec des échanges jugés riches et qualitatifs sur place, cette première édition a constitué un bon point de départ pour les organisateurs et organisatrices. Elle a également représenté une première expérience pour réfléchir au format des prochaines éditions qui vont intégrer une première nouveauté, avec la possibilité d'y organiser des rendez-vous d'affaires. Cette opportunité supplémentaire est née de la volonté de mieux tracer les échanges et d'évaluer l'impact des actions menées dans le cadre du PUI.

« L'objectif est de disposer d'indicateurs pour mesurer l'activité générée et, éventuellement, de relancer certains échanges », complète Rémi Waché. Ceci répond également à une difficulté rencontrée par les entreprises qui peinent souvent à identifier les bons interlocuteurs ou interlocutrices scientifiques. Les rendez-vous programmés offrent la possibilité de préparer les échanges et de rencontrer directement les personnes pertinentes.

Agri-agro & bioéconomie au cœur de la deuxième édition

La deuxième édition des Rendez-vous innovation, qui se tiendra le 30 juin 2026, mettra en avant la thématique agri-agro & bioéconomie. « Le territoire Paris-Saclay incarne un positionnement particulièrement fort sur cette thématique, en comparaison d'autres écosystèmes, et possède de nombreux atouts pour rayonner encore plus au niveau national et international », estime Grégoire Burgé, directeur adjoint en charge de l'innovation à AgroParisTech. « À Paris-Saclay, la combinaison recherche académique, partenariats privés, valorisation, dispositifs de prématuration/maturation, création de start-up, incubation, accélération et soutien à l'obtention de financements constitue une force vraiment différenciante. »

L'un des grands atouts du territoire Paris-Saclay autour de la thématique agri-agro & bioéconomie réside dans son continuum de dispositifs dédiés à la recherche et à l'innovation, notamment sur les sujets liés à l'alimentation durable et à la transition alimentaire. « Entre nos cuisines expérimentales, la halle technologique alimentaire du campus Agro Paris-Saclay et l'ouverture récente du restaurant expérimental dans le bâtiment du CROUS, nous couvrons maintenant toute la chaîne, depuis l'élaboration de nouveaux produits alimentaires et ingrédients plus durables, jusqu'à la possibilité de tester de nouvelles recettes et tendances alimentaires dans des conditions réelles », illustre Grégoire Burgé. Or, cette capacité à couvrir toute la chaîne de valeurs, « du champ à l'assiette, est relativement unique en France, voire en Europe ».

Cette richesse et cette complémentarité de l'écosystème ressortent également du panorama innovation réalisé par la SATT Paris-Saclay. « L'analyse du panorama a permis de mesurer les actifs d'innovation du PUI et de mettre en valeur un écosystème riche et complémentaire, qui couvre l'ensemble du continuum d'innovation – de la recherche fondamentale à l'entrepreneuriat –, et en fait l'un des hubs de référence en France pour l'agriculture, l'agronomie et la bioéconomie », appuie Odile Lainé, cheffe de projet Stratégie innovation à la SATT Paris-Saclay.

À l'instar de la première édition, l'événement démarrera par la présentation de ce panorama qui ouvrira sur une table-ronde ayant pour sujet : « Stimuler l'innovation en agri-agro & bioéconomie : les enjeux et leviers ». Ces échanges offriront l'opportunité d'aborder les freins expliquant pourquoi ce secteur demeure moins mis en avant que d'autres. « Le secteur agri-agro cultive une forme de discrétion qui lui est propre. Souvent plus humble et prudent dans sa communication, il met moins volontiers ses réussites en lumière, alors même qu'il regorge d'innovations qui mériteraient d'être davantage valorisées et qu'il adresse surtout des enjeux industriels et de souveraineté extrêmement forts en travaillant à accélérer les transitions agricoles, alimentaires et environnementales », décrypte Grégoire Burgé, qui sera l'un des intervenants de la table-ronde.

Après ces échanges, les participantes et participants découvriront le continuum de l'innovation autour de cinq villages abordant des thématiques comme alimentation durable et microbiote, filières végétales durables ou encore bioéconomie. L'événement, qui se déroulera au sein du campus Agro Paris-Saclay, sera également l'occasion de visiter ce lieu agri-agro emblématique du territoire. Celui-ci rassemble des laboratoires issus de deux établissements phares de la thématique, INRAE et AgroParisTech, ainsi que des initiatives comme le Food InnLab, dispositif d'accompagnement des projets, start-up et entreprises dans le développement de leurs produits alimentaires durables. **C.A.**

<https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/rendez-vous-innovation-agri-agro-bioeconomie>

* Le Pôle universitaire d'innovation (PUI) Innovation Alliance Université Paris-Saclay, regroupe l'Université Paris-Saclay, l'Université d'Evry, l'Université de Versailles - Saint-Quentin-en-Yvelines, AgroParisTech, CentraleSupélec, l'ENS Paris-Saclay, l'Institut d'Optique Graduate School, le CNRS, le Genopole, INRAE, Inria, l'Inserm, IncubAlliance Paris-Saclay, la SATT Paris-Saclay et dix-sept partenaires, financé par l'État dans le cadre de France 2030.

d'échanger avec des start-up sur des cas d'usage ou des perspectives de codéveloppement.

Organisée en novembre 2025, la première édition des Rendez-vous innovation a donné lieu à une présentation par la SATT Paris-Saclay du panorama innovation de la santé, très attendue et largement saluée par les acteurs et actrices présentes sur place. Puis des tables rondes réunissant des directeurs et directrices de recherche, des fondateurs et fondatrices de start-up et des acteurs et actrices publiques comme Bpifrance, ont été l'occasion de mettre en avant les dispositifs favorisant le partenariat entre la recherche publique et les entreprises. Enfin, les villages de cette première édition ont proposé aux visiteurs et visiteuses de s'intéresser à six thématiques incluant biothérapie, bioproduction et maladies rares, maladies inflammatoires et auto-immunes ou encore santé numérique et thérapie digitale.

Océans

Du plancton aux polluants, décrypter l'écosystème océanique

Bien qu'ils recouvrent les trois-quarts du globe, les océans demeurent des environnements méconnus qui subissent actuellement de nombreux changements : pollution, acidification, réchauffement, perte de biodiversité... Face à ces évolutions, des scientifiques de l'Université Paris-Saclay s'impliquent aujourd'hui dans plusieurs projets de recherche qui contribuent à décrypter les interactions complexes entre les espèces marines et leur environnement.

Mots-clefs

Séquençage génétique

Plancton

Polluant

Exposome océanique

« Les merveilles de l'océan : faire vivre ce qui nous fait vivre. » Tel a été le thème, le 8 juin dernier, de la journée mondiale de l'océan. Organisée sous l'égide des Nations unies, cette initiative s'attache à mettre en lumière le rôle crucial des océans, à la fois comme réservoir de biodiversité et comme régulateur du climat. Ces caractéristiques sont désormais bien connues. Mais les océans demeurent un écosystème complexe et largement inexploré. À ce jour, les mécanismes au cœur de son fonctionnement ne sont pas totalement compris. Et l'on estime que des millions d'espèces marines restent à découvrir et à documenter dans cet environnement qui occupe 90 % du volume habitable sur Terre. Autant de mystères pour autant de questions de recherche pour les scientifiques.

Comment différencier, par exemple, deux espèces de crustacés proches ? Quelles sont les stratégies d'adaptation d'une méduse à son environnement ? Quelles molécules les éponges marines produisent-elles ? Ces interrogations semblent éloignées les unes des autres. Le programme ATLASa propose pourtant d'y trouver des réponses à l'aide d'une ressource unique : les génomes des organismes.

Un atlas des génomes de 4 500 espèces marines

Initié en 2023 par un consortium d'une dizaine d'instituts et d'universités, dont l'Université Paris-Saclay, et piloté par le CNRS et le CEA, le programme ATLASa a pour objectif de constituer un atlas des génomes de 4 500 espèces marines

Trois ans après son lancement, ATLASa compte déjà une dizaine de missions d'échantillonnage organisées aux quatre coins de la France métropolitaine et de ses territoires ultramarins. Et les équipes se préparent pour partir en Nouvelle-Calédonie à la fin de l'année. Chacune de ces campagnes a pour mission de collecter des organismes dans leur milieu naturel, en plongeant, pêchant à pied ou draguant les fonds marins. « Les prélèvements se font de manière opportuniste. On collecte ce que l'on trouve », précise Jean-Marc Aury, responsable du Laboratoire de bioinformatique pour la génomique et la biodiversité (LBGB) de l'unité Génomique métabolique du Genoscope (Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Évry/CEA/CNRS). Mais les missions ciblent tout de même certains objectifs, comme obtenir au moins un représentant par groupe ou collecter une espèce jugée intéressante. Les spécimens sont ensuite triés et identifiés par des taxonomistes - spécialistes en classification des espèces - avant d'être photographiés. « Chaque expédition emmène une quinzaine de taxonomistes pour avoir des spécialistes de chaque grand groupe marin. » Enfin, des échantillons sont prélevés et congelés avant d'être envoyés pour analyse. C'est ici que Jean-Marc Aury, coordinateur du séquençage des génomes au sein du programme ATLASa, et son équipe interviennent.

À partir des échantillons, la première étape du processus consiste à isoler les fragments d'ADN. Si cette tâche est plutôt bien maîtrisée pour les espèces couramment étudiées, elle nécessite une attention particulière pour des organismes moins

dépend des bases - les lettres du code génétique - présentes dans le brin étudié. Cette technologie est capable de déchiffrer des fragments de dizaines de milliers de paires de bases. Or, un chromosome en comprend jusqu'à des centaines de millions. Charge alors aux équipes de recoller les fragments. « C'est comme un grand puzzle », explique le chercheur. « Une même paire de bases est séquencée trente fois, afin d'obtenir de nombreuses lectures des fragments et d'identifier des chevauchements pour recoller les morceaux. »

L'analyse est complétée par une carte de contact qui modélise les interactions entre les différents fragments. Plus deux régions sont proches sur une molécule d'ADN, plus elles ont d'interactions. On reconstitue ainsi les chromosomes, dont le nombre varie d'une espèce à l'autre. Les poissons rouges, par exemple, possèdent cinquante paires de chromosomes tandis que de nombreux coquillages bivalves en ont dix-neuf. De la décongélation de l'échantillon à la validation du génome, le processus complet prend environ deux mois et demi, et mobilise une quarantaine de personnes au sein du laboratoire. Cela démontre les progrès phénoménaux du séquençage génétique : dans les années 1990, le *Human Genome Project*, qui avait pour ambition de séquencer le génome humain, a nécessité plus de dix ans d'effort et la participation de milliers de scientifiques.

En septembre 2025, les équipes impliquées dans ATLASa ont franchi la barre symbolique des cent génomes séquencés avec un nautilé endémique de Nouvelle-Calédonie. Neuf mois plus tard, le total s'élève désormais à près de 250 génomes produits et plus de 2 300 espèces collectées. Y figurent des organismes très différents tels que la rascasse volante, une espèce invasive récoltée en Guadeloupe, et l'hippocampe à museau court dont un spécimen a été collecté dans la baie du Mont Saint-Michel.

De multiples perspectives pour des projets de recherche

En plus de dresser un inventaire des espèces marines françaises, le programme ATLASa et ses résultats constituent un outil précieux pour l'ensemble de la communauté scientifique. Ils offrent en effet de multiples perspectives pour alimenter des projets de recherche divers. Au Genoscope, les équipes projettent d'utiliser les génomes dans le cadre de deux projets. Le premier porte sur les espèces invasives et les stratégies

« C'est comme un grand puzzle. Une même paire de bases est séquencée trente fois, afin d'obtenir de nombreuses lectures des fragments et d'identifier des chevauchements pour recoller les morceaux. » — Jean-Marc Aury

évoluant dans les eaux françaises de métropole et des territoires ultra-marins. Ceci représente environ un tiers des 15 000 espèces eucaryotes - dont les cellules sont dotées d'un noyau - recensées dans la zone économique exclusive (ZEE) française. Mais recensées ne veut pas dire décrites, si bien que les connaissances sur la plupart d'entre elles sont en réalité lacunaires, voire inexistantes.

connus, comme des microalgues. Il s'agit ensuite de séquencer ces fragments et de reconstituer les chromosomes auxquels ils appartiennent. Le séquençage est notamment réalisé avec une technique consistant à faire passer les brins d'ADN dans une membrane percée de pores nanométriques et traversée par un courant électrique. La séquence d'ADN est déduite de l'analyse de l'intensité de ce courant, qui

LE PROJET ATLASEA C'EST

un objectif de
4 500
génomés d'espèces
marines séquencés



Soit 1/3 des espèces
marines eucaryotes
recensées dans la zone
économique exclusive
(ZEE) française



campagnes d'échantillonnage
menées à ce jour en France
métropolitaine et dans
les territoires ultra-marins

+ de
2 300
espèces déjà collectées dont
plus de 1 900 ont été retenues



- Près de 250 génomes produits
- Plus de 130 génomes en cours d'assemblage
- Plus de 500 échantillons en cours de séquençage

d'adaptation qui leur confèrent un tel avantage dans un environnement donné. Le second vise à rechercher des molécules présentant un intérêt particulier.

« Cela part d'un constat simple », détaille Patrick Wincker, directeur du Genoscope et du Laboratoire d'analyses génomiques des eucaryotes (LAGE) de l'unité Génomique métabolique. « De très nombreux composés chimiques utilisés dans les médicaments, l'industrie ou l'agriculture proviennent de plantes ou d'animaux terrestres. Pourquoi ne pas parcourir la biodiversité marine pour en trouver d'autres ? » Dans ce type de recherche, le point de départ est une cible particulière : par exemple une fonction biologique, une réaction à catalyser ou une

protéine précise. Les gènes associés sont alors identifiés dans une espèce déjà connue. Puis le reste de la base de données est passé au crible, afin d'identifier des espèces susceptibles de montrer des similarités. Plus la base de données est fournie, plus les chances de trouver des protéines intéressantes augmentent. D'où l'intérêt de bénéficier d'un nouvel inventaire de milliers d'espèces marines.

En plus d'ATLASEa, Patrick Wincker et son équipe participent à d'autres projets visant à explorer l'océan et son écosystème. « Depuis 2009, nous travaillons notamment en lien avec la Fondation Tara. Nous nous occupons du séquençage des organismes présents dans les colonnes d'eau prélevées sur le bateau. » Un litre d'eau de mer contient plusieurs centaines de milliers d'organismes différents. « En analysant ces données, nous avons réalisé que nous manquions de génomes de référence pour identifier les espèces présentes. Les données issues d'ATLASEa seront très utiles pour cela, mais aussi pour identifier des variants génétiques, marqueurs d'adaptation à un milieu. »

Au sein du LAGE, partenaire des expéditions scientifiques réalisées par la Fondation Tara pour étudier la biodiversité marine et comprendre les conséquences du changement climatique sur les océans, Éric Pelletier est spécialiste de génomique environnementale et de biologie des systèmes. Il s'intéresse depuis 2009 à ce qui compose près d'un tiers de la biomasse océanique : le plancton.

Piégé dans les glaces de l'Arctique pour étudier le plancton

Le terme de plancton ne désigne pas une espèce ou un groupe biologique particulier. Il rassemble l'ensemble des organismes qui flottent sans capacité de lutter contre le courant, à l'inverse du necton capable de nager. Derrière ce terme, se cachent ainsi des espèces très diversifiées dont la taille varie de moins d'un micromètre (un millionième de mètre) jusqu'à un ou deux mètres. Dans ses recherches, Éric Pelletier se concentre sur les organismes - plantes, champignons, bactéries ou encore archées - qui ne dépassent pas deux millimètres. Bien qu'elles soient minuscules, ces espèces sont omniprésentes dans les océans. Et elles y remplissent des fonctions cruciales.

Nourrissant de nombreux organismes marins, le plancton se trouve à la base de la chaîne alimentaire, aussi appelée chaîne trophique. La concentration et le type d'espèces disponibles à un endroit sont donc déterminants pour la biodiversité marine. Par ailleurs, le plancton constitue un acteur clé dans la régulation du climat océanique comme atmosphérique. À la surface de l'océan, les espèces microscopiques qui composent le phytoplancton, utilisent la lumière solaire et le dioxyde de carbone (CO₂) pour produire, via la photosynthèse, de la matière organique et rejeter de l'oxygène, qui s'accumule dans l'atmosphère jusqu'à en constituer aujourd'hui 40 à 50 %. Cette matière organique produite à partir de CO₂ va en partie être sédimentée au fond de l'océan. Ce processus constitue l'une des étapes de

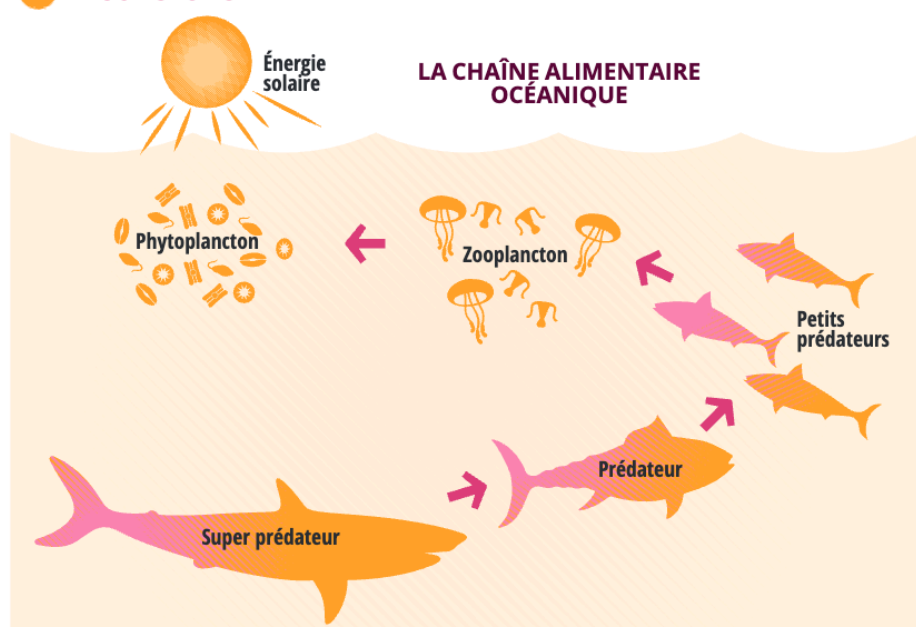
ce que l'on nomme la « pompe biologique » qui conduit à la séquestration de carbone dans les fonds marins. Selon les estimations, un tiers du CO₂ émis par les activités humaines est capté de cette façon. Plus étonnant, des études mettent en évidence l'implication du plancton dans des boucles de rétroaction avec, par exemple, des espèces qui sécrètent des composés chimiques à l'origine de la création de nuages au-dessus de l'océan. En résultent des conséquences tant sur le cycle de l'eau que sur l'effet de serre.

Face à ces rôles essentiels, il apparaît aujourd'hui capital de comprendre le système planctonique et d'anticiper son évolution. Cette analyse manque pourtant à la plupart des modèles climatiques, souligne Éric Pelletier. Avec son équipe, celui-ci s'attèle ainsi à « identifier les niches écologiques des masses d'eau pour comprendre les paramètres qui régissent le fonctionnement des organismes ». Car l'océan n'est pas un ensemble homogène. Les conditions physico-chimiques telles que la température, l'acidité, la luminosité ou la salinité varient fortement en fonction de divers paramètres comme les courants, la profondeur, la saison, etc. Dans ses recherches, le chercheur s'intéresse particulièrement à cinq éléments centraux dans les cycles qui régissent le métabolisme du plancton : l'azote, l'oxygène, le carbone, le soufre et le phosphore. L'objectif est à la fois de modéliser les « budgets » de ces nutriments - c'est-à-dire la quantité présente dans un milieu - et de comprendre le métabolisme de divers organismes planctoniques. En croisant ces modélisations avec des prédictions climatiques, il s'agit d'estimer les espèces présentes et leur état, et à partir de là, de prédire l'adaptation de la biodiversité.

Ces études ne se déroulent pas qu'en laboratoire. Éric Pelletier est membre de l'équipage scientifique de la goélette Tara, de la Fondation. Il a déjà participé à trois expéditions autour du monde et prépare la prochaine, Tara Polaris, à bord d'un nouveau bateau, la Tara Polar Station. « Il s'agit d'un navire un peu particulier, pensé spécialement pour résister aux conditions du (très) Grand Nord », précise le biologiste. Doté d'une coque en aluminium de vingt millimètres d'épaisseur, le bateau partira en septembre prochain pour sa première dérive arctique. Il se fera prendre dans les glaces au nord de la Russie au début de l'automne, puis dérivera avec la banquise pendant près d'un an, avant d'être relâché à la fin de l'été 2027 au large du Groenland. Éric Pelletier fait partie de la première équipe, qui restera à bord de septembre 2026 à avril 2027, sans relève ni ravitaillement. L'équipage comprend une douzaine de personnes, dont six scientifiques de disciplines différentes.

Avec cette expédition d'un nouveau genre, l'équipe de Tara projette d'étudier, entre autres, la capacité d'adaptation des espèces arctiques. Si la banquise semble être un environnement inhospitalier, elle abrite en effet quantités d'organismes, particulièrement à l'interface entre la glace et l'océan. Dans cette région au-delà du cercle polaire, il n'y a pas d'alternance jour-nuit : la durée d'ensoleillement passe de zéro minute à vingt-quatre heures au

Recherche



cours du mois de mars, et vice-versa en octobre. Face à ces conditions extrêmes, les espèces développent de fascinantes stratégies d'adaptation. Certaines se gavent de lipides avant de plonger dans une phase de dormance, d'autres utilisent leur carapace en verre pour concentrer les rares photons qui passent à travers la glace. Autant de comportements que les scientifiques espèrent observer et mieux comprendre grâce à leur séjour dans les glaces du Grand Nord.

À la fois observatoire et laboratoire, la Tara Polar Station est construite autour d'un « moonpool ». Il s'agit d'un trou de près de deux mètres de diamètre avec accès direct à l'eau sous la banquise. Les prélèvements seront effectués à l'aide d'un treuil et d'un robot téléguidé, ou en dernier recours par deux plongeurs ou plongeuses. Les échantillons, conservés dans une chambre froide, seront analysés pour décompter les espèces présentes, séquencer leur génome, comprendre leur métabolisme et identifier de potentielles mutations bénéfiques à leur survie. Cette analyse se fera en partie sur le bateau et en partie à terre, à la fin de l'expédition. « Nous monterons également de petites installations sur la glace à proximité du bateau, en restant très prudents par rapport à la faune, notamment aux ours polaires », indique le directeur de recherche.

Le plancton et ses facultés d'adaptation ne sont pas le seul sujet à mobiliser les scientifiques, face aux pressions qui pèsent actuellement sur l'océan et son écosystème. En tant que premier maillon de la chaîne trophique, le plancton constitue en effet la porte d'entrée de nombreux polluants dans la chaîne alimentaire. C'est à cet aspect que s'intéresse Jean-Claude Dutay, directeur de recherche au sein de l'équipe CLIM du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE - Univ. Paris-Saclay/UVSQ/CEA/CNRS).

Prédire l'impact de l'exposome océanique

L'exposome désigne l'ensemble des expositions à des facteurs environnementaux qu'un organisme subit au cours de sa

vie. D'ordinaire utilisée par la recherche médicale, cette notion est désormais reprise en sciences de l'environnement pour l'appliquer aux pollutions affectant les milieux naturels. « L'exposome océanique désigne la totalité des expositions à des polluants que subit l'océan », confirme Jean-Claude Dutay. Cette thématique est précisément au cœur du projet que le directeur de recherche coordonne depuis 2024 : PREVENT, pour Prédire l'évolution et l'impact biologique de l'exposome océanique dans le contexte de la transition environnementale. Cette initiative vise à « améliorer la connaissance scientifique sur l'exposome océanique, de la colonne d'eau au poisson », dans le but d'« apporter de nouveaux outils et de nouveaux savoirs, pour la régulation de la pollution océanique dans le contexte du changement climatique et de la transition énergétique ».

Pour cela, le projet PREVENT s'intéresse plus particulièrement à trois polluants : le mercure, le lithium et les microplastiques. Le premier est un polluant historique reconnu, tandis que les deux suivants sont des polluants émergents dont les transferts dans l'océan risquent d'augmenter drastiquement avec les activités industrielles. Le lithium a ainsi été choisi car il constitue un composant essentiel des batteries qui jouent un rôle dans la transition énergétique. Pour chacun de ces polluants, l'objectif est de modéliser leur dissémination, leur toxicité, leur impact et leur évolution dans l'océan. Cette modélisation se fait avec une approche mécanistique, c'est-à-dire en prenant en compte différentes variables, comme les conditions physico-chimiques ou les espèces aquatiques présentes, et divers paramètres tels que les coefficients de croissance, de mortalité et de reproduction.

Cette approche fournit une compréhension fine des mécanismes en présence et des effets de chaque variable et paramètre. Elle donne également la possibilité d'atteindre un haut degré de complexité et d'inclure des phénomènes aux conséquences multiples et parfois difficiles à appréhender. L'augmentation des microplastiques dans l'environnement, par

exemple, accroît la probabilité d'absorption par le zooplancton, ce qui est néfaste pour sa croissance. Or, la diminution du plancton affecte directement le cycle du carbone et prive de nourriture les espèces de la chaîne trophique supérieure.

Plusieurs sources de données, notamment issues d'études précédentes, sont utilisées pour mener cette approche. Mais le projet comporte aussi une forte composante expérimentale pour mieux quantifier les processus qui contrôlent la distribution des polluants et calibrer les paramètres du modèle. Les scientifiques du projet réalisent également des prélèvements d'eau de mer, en partenariat avec les laboratoires d'océanographie de Villefranche et de Palavas-les-Flots, pour des mesures in situ dans le milieu naturel et pour remplir de grands bidons appelés mésocosmes. Ceux-ci constituent des environnements contrôlés, dans lesquels les écosystèmes marins sont exposés à différentes conditions physico-chimiques et concentrations de polluants. Ces expérimentations sont aussi utiles « pour étudier l'effet cocktail », souligne Jean-Claude Dutay. Autrement dit, « les interactions entre plusieurs composants qui modifient l'effet de chacun ».

Multidisciplinaire, le projet PREVENT n'implique pas seulement des chercheurs et chercheuses en sciences de l'environnement et du climat. L'équipe comprend aussi des économistes, des politologues et des sociologues mis à contribution dans un autre volet de l'initiative, le Forum des parties prenantes, qui ambitionne de créer des synergies entre les sphères politique, industrielle et citoyenne et la recherche scientifique. Le travail consiste ici à considérer divers scénarios, telle que l'augmentation de l'usage des batteries au lithium, des pistes de régulation de certaines activités et des projections économiques, pour les analyser au prisme du modèle des polluants. « Cette démarche de co-construction est plutôt novatrice et ambitieuse pour un projet de recherche », précise Jean-Claude Dutay. En tirant parti de l'expertise scientifique pluridisciplinaire et des apports de la société civile, elle ancre les conclusions de l'étude dans un cadre concret, tourné vers des « solutions applicables et réalistes ».

Si cette approche constructive est au centre de PREVENT, on la retrouve aussi dans les initiatives comme ATLASEA et Tara Polaris. Qu'ils s'intéressent aux génomes des espèces marines, à l'adaptation du plancton arctique ou à l'impact des polluants océaniques, ces projets de recherche se rejoignent ainsi dans une visée commune : développer une base de connaissances rigoureuses et scientifiques de cet écosystème fragile et complexe pour, face aux changements à venir, ouvrir la voie vers un « océan de solutions ». M.D.

Références

Portail scientifique du projet ATLASEA : <https://portal.atlasea.fr/home>

Wiederkehr et al., Coral microbiomes as reservoirs of unknown genomic and biosynthetic diversity, *Nature*, 2026.

Geoffroy et al., Oceanography, biogeochemical cycles, and biodiversity in the Central Arctic Ocean: current state of knowledge and directions for future research as part of the Tara Polaris expeditions, *Elementa: Science of the Anthropocene*, 2026.

Site du projet PREVENT : <https://prevent.lscs.ipsl.fr/>

Sclérose en plaques

La recherche ouvre de nouvelles voies

La sclérose en plaques est une maladie auto-immune du système nerveux central. Affectant quelque 140 000 Françaises et Français, elle représente la première cause de handicap sévère non-traumatique chez le jeune adulte. Microbiote intestinal, hormones, intelligence artificielle... À l'Université Paris-Saclay, des chercheurs et chercheuses explorent de nouvelles voies pour mieux comprendre et traiter la maladie.

Troubles moteurs, troubles de l'équilibre et de la coordination, troubles visuels, cognitifs... Les symptômes de la sclérose en plaques (SEP) sont aussi imprévisibles que la maladie elle-même, qui touche 140 000 Françaises et Français. Maladie du jeune adulte, la SEP est souvent diagnostiquée entre 25 et 35 ans. Non-héréditaire, elle est en revanche multifactorielle. C'est la conjonction entre des prédispositions génétiques et des facteurs environnementaux qui la déclenche. Le virus d'Epstein-Barr, responsable de la mononucléose, est l'un des facteurs environnementaux les plus importants. « On peut aujourd'hui définir la SEP comme une complication tardive de cette infection », explique Vito Ricigliano, neurologue expert en maladies inflammatoires du système nerveux central à l'Hôpital Paris-Saclay et chercheur au sein de l'Unité de recherche en neuroimagerie applicative clinique et translationnelle (UNIACT - Univ. Paris-Saclay/CEA) du centre NeuroSpin. À l'infection par ce virus, s'ajoutent d'autres facteurs comme le manque de vitamine D - la SEP étant beaucoup plus fréquente dans les pays du Nord moins ensoleillés - le surpoids, le tabagisme et l'inflammation de l'intestin.

Une maladie auto-immune de la myéline

La sclérose en plaques est une maladie auto-immune qui touche le système nerveux central et cause des atteintes au cerveau, à la moelle épinière, au nerf optique. Chez le sujet sain, l'axone - qui assure la conduction de l'influx nerveux du neurone vers les cellules cibles - est entouré de myéline, une membrane qui sert de gaine protectrice, à l'image de la gaine isolante autour d'un fil électrique. La myéline sert ainsi à isoler les axones, accélérer la vitesse de conduction des potentiels d'action et soutenir le métabolisme neuronal. Dans la SEP, cette gaine devient la cible du système immunitaire : l'organisme ne la reconnaît plus comme lui appartenant et l'attaque.

Cette maladie présente trois évolutions. Dans 80 à 85 % des cas, elle se manifeste sous la forme dite récurrente-rémittente qui voit s'alterner des phases de poussées inflammatoires, durant lesquelles des symptômes neurologiques se manifestent ou des symptômes préexistants s'aggravent, avec des phases de rémission plus ou moins complète. Lors des poussées, « le système immunitaire est dérégulé. Il y a une production de lymphocytes T et B pathogènes qui infiltrent le système nerveux central », précise Elisabeth Traiffort, directrice de recherche et responsable de

l'équipe Myélinopathies du laboratoire Neuro-Bicêtre (Univ. Paris-Saclay/ Inserm). La barrière hémato-encéphalique, qui protège normalement le système nerveux central du reste de l'organisme, devient perméable. Les cellules immunitaires s'y engouffrent, déclenchent une inflammation et produisent des anticorps qui s'attaquent à la myéline. C'est la démyélinisation.

À terme, ces attaques répétées entraînent une seconde réaction. « Dans la forme récurrente-rémittente de la SEP, il y a une inflammation qui vient de la périphérie et qui est responsable de l'apparition de lésions. Mais cela déclenche aussi un environnement inflammatoire à l'intérieur du système nerveux central, lié à la microglie », ajoute Vito Ricigliano. Les microglies sont les cellules immunitaires propres au système nerveux central, l'équivalent des macrophages dans le reste de l'organisme, qui servent à maintenir l'équilibre du milieu cérébral. « Mais lorsqu'elles sont activées par l'inflammation périphérique, elles basculent dans un état pro-inflammatoire dont elles peinent à sortir. »

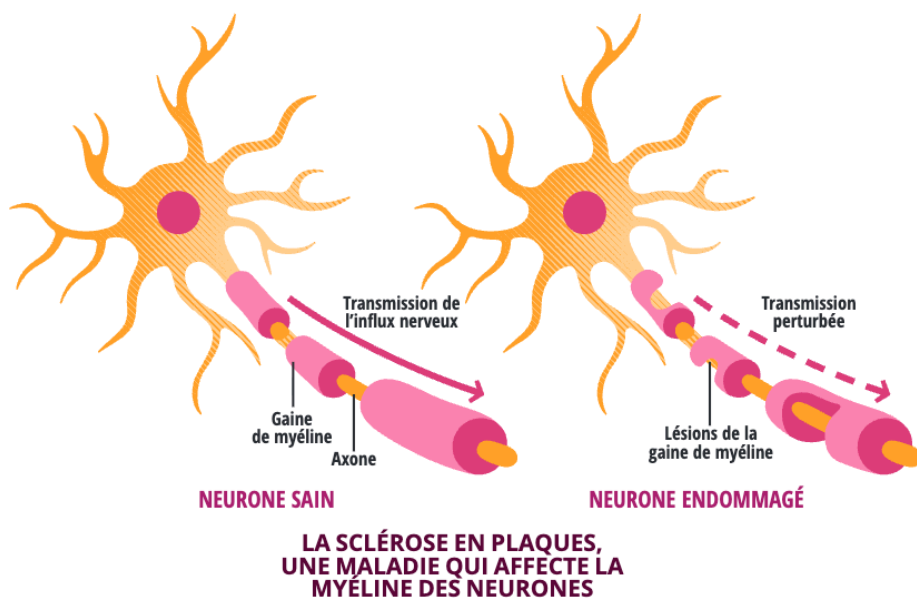
Or, c'est le développement de cette inflammation persistante qui compromet la régénération de la myéline et empêche la rémission complète lors des phases rémittentes. Dans cet environnement inflammatoire, les oligodendrocytes - cellules du système nerveux central chargées de produire la myéline - n'arrivent plus à achever leur maturation. « Les

oligodendrocytes myélinisants représentent la dernière étape d'un processus complexe de différenciation et de maturation, initié au niveau de ce que l'on appelle le progéniteur oligodendrocytaire », explique Elisabeth Traiffort. « L'inflammation centrale contribue donc à l'échec de la remyélinisation, ce qui conduit à la forme progressive de la maladie. » Cette forme, appelée secondairement progressive, se distingue par une aggravation des symptômes. Il existe cependant des patientes et patients (10-15 %) pour qui l'évolution de la SEP est d'emblée progressive, sans phase récurrente-rémittente préalable. On parle alors de forme progressive primaire.

Face à ces mécanismes, les traitements disponibles aujourd'hui agissent uniquement en amont, en empêchant la dérégulation du système immunitaire. « On ne va pas guérir la maladie, mais on est capable de la stabiliser grâce à des immunosuppresseurs et immunomodulateurs qui vont empêcher le système immunitaire d'attaquer le cerveau ou la moelle épinière », précise Vito Ricigliano. Ces méthodes de traitement ont d'ailleurs bien évolué. : « Quand j'ai commencé à m'intéresser à la sclérose en plaques en 2012, cinq traitements existaient. Aujourd'hui, on en a vingt. » Mais la limite de ces traitements est claire : « les médicaments n'impactent pas la récupération des séquelles d'une poussée, ils agissent en prévenant l'apparition de la suivante. » Par ailleurs, il n'existe actuellement aucun traitement approuvé ciblant les mécanismes sous-jacents aux formes progressives de la SEP.

Mots-clefs

Système nerveux central
—
Myéline
—
Microbiote intestinal
—
Androgènes
—
Intelligence artificielle
—



Étudier les facteurs qui favorisent la remyélinisation des neurones et qui agissent sur l'inflammation du système nerveux central est donc crucial pour espérer développer de nouveaux traitements.

Dialogue entre intestin et cerveau : le rôle du microbiote

Lorsque Vito Ricigliano n'est pas auprès de ses patientes et patients à l'hôpital, il mène notamment des recherches sur le dialogue entre l'intestin et le cerveau, une des pistes pour comprendre les facteurs et mécanismes qui agissent sur la bonne remyélinisation des neurones et sur la réduction de l'inflammation chronique centrale. « Mes recherches partent du constat, établi il y a quinze ans déjà, que la composition du microbiote - qui est l'ensemble de bactéries qui colonise notre intestin - diffère entre un sujet sain et un sujet atteint de SEP », détaille le neurologue. « Chez ces derniers, on remarque une baisse des bactéries qui produisent des acides gras à chaîne courte. Et cela se traduit par une diminution de certains métabolites - molécules produites par les bactéries et libérées dans la circulation sanguine - qui auraient un effet favorable dans des maladies comme la SEP. » En particulier, la baisse de certaines de ces molécules, comme le butyrate ou le propionate, crée un environnement pro-inflammatoire. D'autres molécules sont, à l'inverse, produites en quantité plus importante et contribuent également à ce dérèglement. « L'intestin a un impact sur l'inflammation centrale de la microglie, qui est sensible à ces molécules, et aussi sur l'inflammation périphérique. »

« Les maladies auto-immunes sont de manière générale beaucoup plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes. »

— Elisabeth Traiffort

« Il existe également un lien entre l'intestin et le cerveau au niveau de la réparation des lésions, donc de la remyélinisation des neurones, mais celui-ci reste encore mal caractérisé », souligne le chercheur. Il a été montré dans un modèle animal de la SEP qu'un déséquilibre de certains métabolites joue un rôle dans la maturation des oligodendrocytes. « Montrer chez l'être humain ce qui a été montré chez la souris ouvrirait la voie vers des implications thérapeutiques. » Il faut préciser que la remyélinisation existe bien dans la SEP, mais elle reste partielle et déficiente, ne concernant qu'environ 20 % des lésions. Ce qui intrigue Vito Ricigliano, c'est la disparité entre les patientes et patients : pourquoi certaines ou certains réparent-ils mieux leur myéline que d'autres ? « Ce qui est intéressant, c'est d'identifier les profils des bons et des mauvais remyélinisateurs pour essayer de comprendre ce qui fait la différence. »

C'est précisément l'objet de son étude en cours. « Je vais étudier environ soixante patientes et patients atteints de SEP »,

explique-t-il. À la première visite, chaque sujet fait l'objet d'un triple prélèvement : des selles, pour déterminer la composition de son microbiote ; un échantillon de sang, pour identifier les métabolites produits par les bactéries intestinales ; et une IRM, pour mesurer le taux de myéline dans le cerveau. L'ensemble de ces données sert à construire un profil complet de chaque sujet. Elles et ils seront ensuite classés en bons, moyens et mauvais remyélinisateurs selon leur évolution à l'IRM répétée six mois plus tard. Les profils seront alors croisés avec les données du microbiote : si les bons remyélinisateurs présentent dès le départ des taux plus élevés de certaines molécules, et les mauvais des taux plus faibles, cela constituerait un premier lien direct entre le microbiote et la capacité de réparation de la myéline chez l'être humain, confirmant ce qui a déjà été observé chez la souris.

Enfin, en étudiant le rôle du microbiote sur la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique, Vito Ricigliano espère mettre en lumière des effets indirects sur la remyélinisation. Certaines molécules produites par les bactéries intestinales sont capables d'agir sur cette perméabilité et sur le rythme circadien. Or, cela joue sur le système de drainage des déchets où « des éléments toxiques, des espèces réactives de l'oxygène et des molécules pro-inflammatoires s'accumulent alors qu'ils devraient être éliminés. » Si le microbiote s'avère impliqué dans la remyélinisation, directement ou indirectement, les retombées thérapeutiques seraient potentiellement très accessibles. En modifiant son régime alimentaire ou son mode de vie, il serait possible de favoriser certaines bactéries bénéfiques et fournir une piste thérapeutique à associer aux traitements de fond, qui restent centraux dans la gestion de la SEP.

Une maladie au caractère dimorphique

Le rôle du microbiote n'est pas la seule piste explorée à l'Université Paris-Saclay. La question du sexe biologique révèle aussi des mécanismes fondamentaux dans la SEP - une maladie qui touche trois femmes pour un homme dans sa forme récurrente-rémittente. « Très tôt, le dimorphisme sexuel de la SEP - c'est-à-dire l'existence d'une maladie différente entre les hommes et les femmes - a été mis en évidence sur le plan clinique », explique Elisabeth Traiffort. « Les maladies auto-immunes sont de manière générale beaucoup plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes. »

Depuis longtemps, le rôle du sexe biologique est étudié dans le contexte de cette maladie : « L'implication des hormones sexuelles mâles chez les patients atteints de SEP et des hormones sexuelles femelles chez les patientes présentant cette maladie, a fait l'objet de multiples recherches. » Néanmoins, si l'environnement hormonal des hommes et des femmes est très différent, il ne faut pas le résumer à des taux élevés d'androgènes chez les premiers et des taux fluctuants d'oestrogènes et de progestérone chez les secondes. En effet, les hommes produisent aussi des oestrogènes tandis que les femmes produisent de faibles quantités d'androgènes. C'est précisément sur ce dernier point

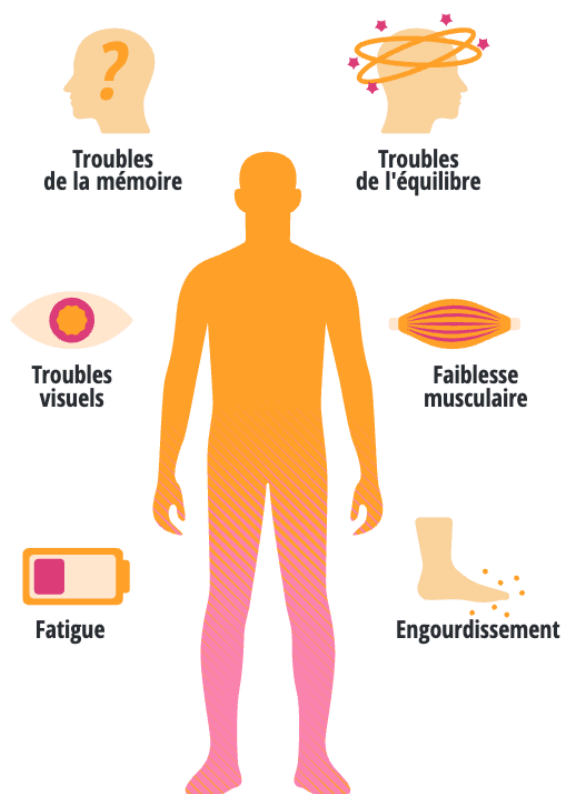
qu'Elisabeth Traiffort se focalise dans une étude récente qui interroge le rôle des petites quantités d'androgènes présentes dans le système nerveux central des femmes atteintes de SEP.

Pour le savoir, elle s'intéresse au récepteur AR (de l'anglais *androgen receptor*) - la protéine qui permet aux androgènes de transmettre leur signal à l'intérieur des cellules. En collaboration avec des histopathologistes britanniques, l'équipe analyse l'expression de ce récepteur dans le tissu cérébral de femmes et d'hommes atteints de SEP. Le résultat est inattendu : « on s'est aperçu que dans les régions démyélinisées, ce récepteur était beaucoup plus fortement exprimé chez les femmes que chez les hommes », raconte la directrice de recherche. En utilisant des modèles de souris, l'équipe valide cette observation : elles et ils montrent que lorsque le signal androgénique est totalement supprimé chez les souris femelles, la régénération de la myéline est fortement diminuée. Cette expérience prouve que ces hormones, même en quantités faibles, sont indispensables pour une régénération optimale de la myéline.

Les recherches menées par l'équipe montrent également que les androgènes agissent sur l'inflammation du système nerveux central des femelles. Dans les zones démyélinisées de ces dernières, ce sont les cellules microgliales qui expriment majoritairement le récepteur AR. En se fixant à leur récepteur, les androgènes « exercent un très puissant effet anti-inflammatoire local », qui n'est pas observé chez les mâles. Or l'inflammation chronique dans le tissu nerveux est précisément l'un des moteurs de la progression de la maladie vers ses formes les plus sévères. Les androgènes joueraient donc un double rôle chez les femelles : favoriser directement la reconstruction de la myéline et contribuer à la régression de l'environnement inflammatoire qui empêche cette régénération.

Pour trouver des traitements aux formes progressives de la SEP, il faut « des molécules qui agissent à la fois sur l'inflammation présente dans le système nerveux central et sur la remyélinisation. Et les androgènes ont ces deux propriétés chez les femelles », précise Elisabeth Traiffort. Mais le chemin reste long. « Donner des hormones masculines à des femmes est très délicat. » Cela nécessite de développer des formulations médicamenteuses capables de libérer, de manière privilégiée dans le système nerveux central, des doses infinitésimales d'hormones mâles afin de « normaliser » les faibles taux présents chez les femmes.

Par ailleurs, la découverte de ce dimorphisme sexuel détecté à l'échelle cellulaire et moléculaire a d'autres conséquences. D'une part, elle soulève des questions quant au pronostic de la maladie, reconnu pour être plus défavorable chez les hommes que chez les femmes : pourrait-il être, au moins en partie, lié à l'absence d'effet anti-inflammatoire des androgènes dans le système nerveux central démyélinisé des hommes ? D'autre part, les nouvelles données de l'équipe mettent en évidence un concept largement sous-estimé, à savoir



LES SYMPTÔMES FRÉQUENTS DE LA SCLÉROSE EN PLAQUES

la prise en compte du sexe des sujets atteints de SEP dans la prise en charge thérapeutique de la maladie.

Des innovations en imagerie médicale

Les recherches sur la sclérose en plaques portent aussi sur les outils d'imagerie. En matière de suivi et de diagnostic, l'IRM s'impose comme l'outil de référence. Son rôle : détecter et localiser les lésions caractéristiques de la maladie qui apparaissent sous la forme de plaques démyélinisantes parsemant le système nerveux central. Mais si la détection visuelle d'une lésion est déjà un défi en soi, quantifier leur évolution constitue un véritable enjeu clinique. Lorsqu'un ou une patiente présente une charge lésionnelle élevée, identifier une nouvelle petite plaque au milieu de nombreuses autres revient à « chercher une aiguille dans une botte de foin », raconte Myriam Edjlali-Goujon, neuroradiologue et directrice adjointe du Laboratoire d'imagerie biomédicale multimodale à Paris-Saclay (BioMaps - Univ. Paris-Saclay/CEA/CNRS/Inserm).

L'IRM n'est pas un outil monolithique : elle recouvre en réalité une grande diversité de technologies « qui font acquérir des images de façon bien particulière », explique Myriam Edjlali-Goujon. La puissance du champ magnétique - exprimée en tesla (T) - varie considérablement d'un équipement à l'autre. « Ici, sur le plateau de Paris-Saclay, on trouve aussi bien des machines à très bas champ (64 milliteslas) que des appareils cliniques courants allant de 1,5 à 3 T, et des équipements de recherche appliqués à la clinique, 7 T jusqu'à 11,7 T ». À cela s'ajoute la diversité des antennes utilisées pour capter le signal, qui influencent la nature

de l'information recueillie. Une fois l'image acquise, place à l'analyse. Ce que les spécialistes appellent le post-traitement, regroupe l'ensemble des techniques servant à extraire une information quantitative à partir des données brutes. C'est dans ce domaine que l'intelligence artificielle (IA) est utilisée comme « outil de traitement statistique des données », bien qu'elle soit aussi « déjà présente dans l'acquisition des images ».

L'IA est utilisée en imagerie médicale depuis plus de dix ans déjà. Mais quelle est sa valeur ajoutée dans le cas de la SEP ? C'est la question à laquelle Myriam Edjlali-Goujon et sa doctorante Milica Mastilovic Jovanovic veulent répondre dans une étude qui cible une population particulièrement complexe à suivre : des patientes et patients présentant une haute charge lésionnelle. Pour chaque sujet, deux IRM réalisées à des moments différents sont disponibles, donnant la possibilité de voir l'évolution de la maladie, ainsi que les comptes-rendus radiologiques. Ces mêmes images sont ensuite relues rétrospectivement, cette fois accompagnées d'un rapport produit par une IA spécifique à la SEP, Pixyl. « L'étude démontre qu'en combinant la lecture humaine et l'IA sur cette cohorte, on arrive à mieux diagnostiquer l'évolution de la maladie », résume la professeure et neuroradiologue. Avec cette étude, « une autre question se pose alors : le traitement aurait-il changé ? La réponse est oui, dans un quart des cas au sein d'une sous-population particulière de haute charge lésionnelle ». En améliorant la détection des nouvelles lésions et la précision avec laquelle l'activité de la maladie est évaluée, l'outil conduit à revoir certaines décisions thérapeutiques et contribue à une prise en charge plus adaptée des sujets.

Fort de ces résultats, un nouveau projet est lancé en partenariat avec Pixyl. Il s'attaque à deux obstacles majeurs qui freinent le déploiement réel de l'IA dans le suivi de la SEP. Le premier est organisationnel. Un ou une patiente est souvent suivie par le ou la même neurologue, mais réalise ses IRM successives dans des centres différents - avec des machines de puissance et de constructeur variables. Or, un algorithme entraîné sur des images en 3 T ne produira pas des résultats fiables sur des données acquises en 1,5 T. Le projet vise donc à créer un serveur centralisé capable de collecter les IRM successives d'un même sujet, quel que soit le centre, et d'évaluer automatiquement le degré de compatibilité avec l'IA - signalant si les conditions sont réunies pour que l'IA fonctionne dans sa zone optimale.

Le second enjeu est clinique : mesurer l'atrophie cérébrale. Avec le temps, une SEP évoluée provoque une rétraction progressive du cerveau, comparable à ce qui survient dans les maladies neurodégénératives. Ce marqueur, pourtant lié au handicap, reste aujourd'hui impossible à quantifier visuellement par un ou une radiologue. Pour valider l'algorithme de quantification d'atrophie, les chercheurs et chercheuses de BioMaps s'appuient sur un atout rare : l'une des seules machines combinant TEP (tomographie par émission de positons) et IRM disponibles en France. La TEP fournit le « gold standard » - elle révèle les anomalies métaboliques avant même que l'atrophie ne soit visible en IRM - tandis que l'IRM permet de localiser précisément les zones touchées. En croisant ces deux sources, l'objectif est de valider un outil capable de « prédire la formation de nouvelles lésions, une augmentation de volume de celles qui existaient déjà et l'apparition d'une atrophie. Grâce à ces progrès technologiques, on vient dans la granularité de la maladie », souligne Myriam Edjlali-Goujon. « Ces nouvelles données offrent la possibilité d'adapter bien plus finement et plus précocement les traitements. »

Par tous les fronts, les chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay s'attaquent aux mystères de la sclérose en plaques, conscients que derrière chaque dimension de cette maladie multifactorielle se cachent de potentiels leviers thérapeutiques encore inexplorés. Bien qu'aucun traitement pour la forme progressive de la SEP ne soit promis, cela n'en reste pas moins une ambition qui, à mesure que les recherches et outils s'affinent, semble de moins en moins hors de portée. **S.B.**

Références

- Ricigliano et al., In vivo molecular imaging of brain tissue pathology in presymptomatic multiple sclerosis, *Revue Neurologique*, 2025.
- Zahaf et al., Androgens show sex-dependent differences in myelination in immune and non-immune murine models of CNS demyelination, *Nature Communications*, 2023.
- Mastilović et al., Artificial intelligence in the detection of multiple sclerosis plaques: Can it influence the treatment decision?, *J. Neuroradiol.*, 2026.



L'Appel de Paris-Saclay

Un consortium unit ses forces pour défendre l'Europe scientifique

À l'occasion de la troisième édition du Paris-Saclay Summit organisée en février dernier, un consortium inédit d'acteurs de la recherche, de centres technologiques et d'entreprises s'est formé pour lancer l'Appel de Paris-Saclay. Celui-ci demande aux dirigeantes et dirigeants politiques et aux instances européennes d'investir massivement dans la recherche et l'innovation, alors qu'elles planchent actuellement sur le FP10, dixième programme-cadre pour la recherche et l'innovation.



© Paris-Saclay Summit

« Dans notre monde actuellement incertain, la science demeure l'un des biens communs les plus précieux », a expliqué Sylvie Retailleau, présidente d'Universcience, ancienne présidente de l'Université Paris-Saclay et ancienne ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. « Cette science est un rempart contre la désinformation, un socle pour l'esprit critique, un pilier de la démocratie et un levier indispensable pour construire les transitions à venir. »

Le 19 février 2026, c'est par une initiative inédite que s'est clôturée la troisième édition du Paris-Saclay Summit, organisée à CentraleSupélec à Gif-sur-Yvette. À l'issue des deux jours de rencontres et de conférences, un consortium d'acteurs et d'actrices d'excellence a pris la parole pour dévoiler l'Appel de Paris-Saclay. Son objectif : demander aux dirigeantes et dirigeants politiques et aux instances européennes d'investir massivement dans la recherche et l'innovation.

L'initiative intervient alors que la Commission européenne planche actuellement sur le dixième programme-cadre pour la recherche et l'innovation (FP10), qui prendra le relais de l'actuel programme Horizon Europe sur la période 2028-2034. En juillet 2025, la Commission européenne a présenté sa proposition de FP10, avec un budget de 175 milliards d'euros, soit près du double de celui du dernier programme fixé à environ 95,5 milliards d'euros. À l'échelle européenne, toutefois, cette proposition suscite le débat et les instances ont désormais entamé la phase de négociations avant l'adoption du programme final en 2027.

« Pour une Europe souveraine, libre et compétitive par la recherche et l'innovation »

↓ C'est pour défendre « une Europe souveraine, libre et compétitive par la recherche et l'innovation » qu'est né le consortium à l'origine de l'Appel de Paris-Saclay. Celui-ci rassemble des acteurs académiques, universités et alliances - dont l'Université Paris-Saclay, France

Universités et l'Institut polytechnique de Paris -, des instituts de recherche - CEA, CNRS, INRAE, Inria, Inserm, Institut Curie, Institut Imagine, Institut Pasteur -, ainsi que des centres technologiques et des entreprises privées telles que Danone, EDF, Equans et Sanofi.

« Nous souhaitons adresser un appel solennel aux décideurs des États membres et aux institutions de l'Union européenne », explique le consortium dans le document officiel. « Les décisions qui seront prises dans les prochains mois concernant le financement, l'architecture et la mise en œuvre du futur programme-cadre européen (FP10) structureront durablement la capacité de l'Europe à produire des connaissances, à transformer l'excellence scientifique en innovations, et à affirmer sa souveraineté stratégique. »

L'Appel de Paris-Saclay met en avant l'importance de cinq aspects majeurs de la recherche et l'innovation : la coopération à l'échelle européenne, la liberté académique, le continuum entre recherche fondamentale, innovation et industrialisation, la maîtrise des technologies critiques, et enfin l'articulation entre les stratégies nationales et européennes. « Forts de ces convictions, nous appelons les décideurs européens et nationaux à soutenir un renforcement ambitieux et durable des moyens alloués à la recherche et à l'innovation européennes, à défendre un cadre de coopération à la hauteur des enjeux scientifiques, sociaux, industriels et géopolitiques actuels, et à faire de la recherche et de l'innovation un projet politique européen à part entière. »

Des propositions remises aux décideurs en septembre 2026

↓ À son lancement, l'Appel de Paris-Saclay réunissait une vingtaine de signataires. Mais d'autres acteurs et actrices des écosystèmes de la recherche et de l'innovation ont rapidement rallié l'initiative, à l'image de l'ONERA, des entreprises Exotrail et Quandela, et de l'Aarhus

University au Danemark. « Nous sommes très heureux de participer à cette dynamique collective », a commenté Camille Galap, président de l'Université Paris-Saclay, lors de l'intervention au Paris-Saclay Summit.

« Les pressions politiques et économiques peuvent menacer la liberté de la recherche qui est l'un des fondements même de l'université. Cette liberté est essentielle pour favoriser l'innovation, la créativité et donner la possibilité aux chercheurs et chercheuses de poursuivre leurs idées, de questionner les normes et repousser les frontières de la connaissance », a-t-il expliqué, avant d'ajouter : « J'espère que notre appel sera entendu à très haut niveau. »

Selon le calendrier dévoilé, le consortium sera invité à se réunir en juillet prochain pour mener une réflexion sur les cinq axes de l'Appel de Paris-Saclay. Des propositions seront ensuite remises aux décideurs et décideuses en septembre 2026, alors que l'Union européenne planchera sur l'évaluation complète du programme Horizon Europe. Le bilan intermédiaire, remis en avril 2025, a estimé que chaque euro investi par l'UE serait en mesure de générer jusqu'à six euros de bénéfices pour les citoyennes et citoyens européens à l'horizon 2045.

Le consortium espère tirer un premier bilan de son initiative à la prochaine édition du Paris-Saclay Summit qui se tiendra en février 2027 à Gif-sur-Yvette.

E.F.

<https://cirrus.universite-paris-saclay.fr/s/zspWc4JBnjAtdPx>

Demandez Angela

Le dispositif contre le harcèlement de rue se déploie sur le territoire

Afin de renforcer son engagement pour la sécurité, l'égalité et le bien-être de l'ensemble de sa communauté, l'Université Paris-Saclay a lancé une initiative pour déployer le dispositif « Demandez Angela » dans les communes de son territoire. Cette initiative propose de former des lieux publics à l'accueil des personnes victimes de harcèlement ou se sentant en insécurité.

Dans les villes environnant l'Université Paris-Saclay, un nouvel autocollant a fait son apparition sur les devantures de certains lieux. C'est le cas de cette pharmacie à Orsay, de ce supermarché à Gif-sur-Yvette, de cet atelier vélo à Bures-sur-Yvette ou encore de ce bar à Palaiseau. Sur chacun d'entre eux, la même image : deux ailes déployées et un prénom, Angela. « Je ne connaissais pas ce dispositif avant d'y participer », reconnaît la gérante de ce commerce. « Mais j'ai trouvé important qu'on puisse apporter notre aide en cas de problème. »

nombreux pays dont la France. « En faisant des recherches sur le dispositif national, j'ai constaté qu'il est surtout mis en place localement par des villes. J'ai donc pensé qu'il serait intéressant que l'Université Paris-Saclay s'implique pour le développer à l'échelle du territoire, en nouant des liens avec les acteurs et actrices locales », explique Sarah Boratav, cheffe de projet égalité-diversité à l'Université Paris-Saclay.

Pour ce projet, l'université s'est alliée au Centre d'information sur le droit des femmes et des familles Sud-Est francilien

mettre les personnes en sécurité sans se mettre en danger soi-même. »

Une fois la session terminée, il est demandé aux participantes et participants de signer une charte d'engagement et de transmettre les informations à leur équipe. « C'est important de partager les bonnes pratiques pour que chaque personne du lieu en question soit en mesure de réagir de façon appropriée. » Le lieu peut alors matérialiser sa participation au dispositif, sur sa devanture par exemple, pour indiquer que toute personne se sentant en danger a la possibilité de venir y chercher de l'aide.



© EF/Université Paris-Saclay

Bien qu'il soit reconnu dans la loi comme outrage sexiste et théoriquement sanctionné par des amendes, le harcèlement de rue reste un phénomène très répandu. Dans une enquête menée en 2024 dans le cadre de l'initiative Stand-Up, 74 % des Françaises interrogées déclarent avoir déjà été victimes de harcèlement dans les lieux publics. De même, selon un rapport du Haut conseil à l'égalité (HCE), huit femmes sur dix déclarent ne pas se sentir en sécurité lorsqu'elles se déplacent le soir.

C'est pour lutter contre ces phénomènes et renforcer son engagement pour la sécurité, l'égalité et le bien-être de l'ensemble de sa communauté que l'Université Paris-Saclay a décidé de participer activement au déploiement du dispositif « Demandez Angela ».

Un nom de code pour demander de l'aide

Le principe est simple : Angela fonctionne comme un nom de code. Toute personne se sentant en danger a la possibilité de pénétrer dans un lieu participant et de demander Angela. Les personnes sur place sauront alors qu'elle a besoin d'aide. Le dispositif s'inspire d'une initiative lancée en 2016 au Royaume-Uni et qui s'est depuis diffusée dans de

(CIDFF SEF), qui a pour mission d'informer et développer des actions sur la lutte contre les discriminations, la citoyenneté et l'égalité des droits et des chances entre les femmes et les hommes. Dans ce cadre, « nous proposons notamment des permanences spécialisées pour les femmes victimes de violences sexuelles et sexistes », précise Sabine Vadez, directrice du CIDFF SEF. « De par cette spécificité, nous sommes régulièrement sollicités pour accompagner la mise en place du dispositif Angela et mener des actions de sensibilisation auprès des professionnelles et professionnels. »

Former les lieux à accueillir les victimes

L'enjeu du dispositif est en effet de former les lieux participants à accueillir les personnes harcelées ou en situation d'insécurité. Pour cela, le CIDFF SEF propose des sessions de deux heures qui présentent les différentes formes de violence pouvant s'exercer dans l'espace public, et expliquent comment les reconnaître et comment y réagir. « Il faut être capable d'adopter les bons gestes et les bonnes paroles pour accueillir les victimes. Parce que, même avec de bonnes intentions, on peut avoir un discours maladroit ou culpabilisant », détaille la directrice. « Il faut savoir aussi adopter la bonne stratégie et

Des lieux publics de types variés

Pour déployer le dispositif, Sarah Boratav et son équipe lancent un appel aux villes environnant les campus de l'université. La majorité d'entre elles répondent présentes et lancent, à leur tour, un appel auprès de leurs commerçantes, commerçants, mais aussi de leurs services municipaux. « L'idée a été d'étendre la mobilisation pour avoir un dispositif de prévention qui soit utile autant à la communauté de l'Université Paris-Saclay – personnels, étudiantes et étudiants – qu'aux habitantes et habitants des villes », confirme la cheffe de projet.

Au total, une dizaine de sessions de formations ont été organisées par le CIDFF SEF et financées par l'Université Paris-Saclay, notamment à Bures-sur-Yvette, Gif-sur-Yvette, Orsay et Palaiseau. Et le réseau comprend désormais de nombreux lieux publics très divers : bars, hôtels, restaurants, commerces, cinémas, services publics, etc. « Cette initiative a donné un coup d'accélérateur au déploiement du dispositif », estime Sarah Boratav, qui espère que le déploiement va se poursuivre dans les communes mobilisées et au-delà, en région parisienne.

Ce projet rejoint « l'une des volontés de l'Université Paris-Saclay qui est de développer une culture commune pour lutter contre les violences sexistes et sexuelles. Parce que plus on sensibilise de personnes, plus le niveau de tolérance envers ce type de violences baisse », conclut-elle. **E.F.**

<https://www.universite-paris-saclay.fr/universite/diversite-egalite-inclusion-handicap/demandez-angela-un-dispositif-pour-lutter-contre-le-harcèlement-de-rue>

Réseau Alumni

L'Université Paris-Saclay donne le coup d'envoi de son réseau de diplômées et diplômés

L'Université Paris-Saclay a inauguré son réseau alumni, en lançant une nouvelle plateforme en ligne entièrement dédiée à ses diplômées et diplômés. Bien plus qu'un annuaire, cet outil donne accès à toute une gamme de services pour communiquer avec d'autres membres du réseau, publier ou candidater à des offres d'emplois, ou encore compléter sa formation initiale.

Après des décennies à former des générations d'étudiantes et d'étudiants, l'Université Paris-Saclay ouvre un nouveau chapitre de son histoire. En février 2026, elle a donné le coup d'envoi de son réseau alumni, une initiative destinée à réunir toutes les diplômées et diplômés passés par ses bancs au fil des générations.

C'était il y a deux, cinq, dix ans, peut-être plus. Ces anciennes étudiantes et étudiants ont arpenté les mêmes chemins, partagé les mêmes ambitions, voire suivi les mêmes cours. Elles et ils en ont gardé des compétences, des expériences et sans doute bon nombre de souvenirs. Mais ce sont aujourd'hui bien plus que des souvenirs que l'Université Paris-Saclay propose à ses alumni de partager à travers cette nouvelle communauté et la plateforme en ligne créée à sa destination.

L'outil comprend une base de données certifiée des alumni diplômées et diplômés, au cours des dernières décennies, des composantes de l'université : facultés, instituts universitaires de technologie (IUT), école d'ingénieurs universitaire, grandes écoles et universités membres-associées. Toutefois, l'outil ne se résume pas à un simple annuaire.

« La plateforme est à mi-chemin entre un réseau social comme Facebook, un réseau professionnel comme LinkedIn et une plateforme de services », décrit Sabine Ferrier, chargée du réseau alumni à la Direction de la formation et de la réussite (DFR) de l'Université Paris-Saclay.

↓ **Fédérer la communauté grâce à un outil multifonction**

Après inscription, les alumni ont en effet accès à de nombreuses options. Elles et ils bénéficient d'un système de messagerie et ont la possibilité de rejoindre des groupes formant des sous-réseaux. « Il existe des groupes par composante – par exemple, un groupe pour les alumni de l'IUT d'Orsay – et par Graduate School. Il existe aussi des groupes thématiques comme le groupe international », énumère Sabine Ferrier. La plateforme donne également la possibilité de créer son propre réseau en invitant d'autres membres.

Ajouté à cela, l'outil comporte un onglet « carrières » qui rassemble des offres d'emploi ciblées pour correspondre aux socles de formation de l'Université Paris-Saclay. Il est également possible d'y consulter l'offre de formation continue proposée par l'université pour développer ses compétences. « Les alumni bénéficient d'une réduction préférentielle sur une sélection de formations diplômantes ou



© Angélique Gilson

certifiantes », notamment dans le domaine des *soft skills* (voir l'article Formation paru dans L'Édition 28).

L'entrepreneuriat est aussi à l'honneur dans cet onglet qui met en avant les dispositifs existants pour s'initier aux bases de l'entrepreneuriat, accompagner les idées de projet ou rencontrer des entrepreneurs et entrepreneuses. « Il existe un groupe dédié pour les alumni qui sont intéressés par le sujet. Nous mettons aussi en avant tout un panel d'événements, d'initiatives et d'appel à projets susceptibles de les concerner », ajoute Sabine Ferrier, qui est en charge de la lettre d'informations envoyée aux alumni ayant rejoint le réseau.

↓ **Des témoignages pour inspirer**

Avec ce nouveau chapitre, l'Université Paris-Saclay espère constituer une communauté vivante, éclectique et internationale. De quoi favoriser les échanges, les collaborations et le rayonnement collectif, mais aussi inspirer les étudiantes et étudiants d'aujourd'hui dans leur parcours et leurs premiers pas dans le monde professionnel.

Comme le confirme Sabine Ferrier, « les alumni ont un rôle à jouer. Par leur témoignage, elles et ils aident les choix d'orientation des étudiantes et étudiants. » En étant déjà intégrés dans le milieu professionnel, elles et ils peuvent proposer des offres d'emplois aux autres alumni mais aussi contribuer à l'insertion des étudiantes et étudiants par des stages, des alternances, etc. « Le réseau des alumni est une vitrine d'excellence de l'Université Paris-Saclay », appuie-t-elle, soulignant que « la réussite des diplômées et diplômés est aussi le fruit du travail de l'université, des formations et des membres du personnel ».

De nombreux témoignages de parcours d'études et de carrières sont d'ailleurs à retrouver sur la plateforme, et des alumni sont régulièrement invités pour partager leur expérience lors d'événements, de rencontres ou de journées métiers organisées par les formations.

↓ **Quand les Lumières de Saclay s'allument**

Le 27 mars dernier, le réseau alumni a inauguré un événement d'exception : la première édition des « Lumières de Saclay » qui a eu lieu à l'Hôtel de l'Industrie, à Paris. Imaginé par la Fondation de l'Université Paris-Saclay, cet événement vise à donner l'opportunité aux diplômées et diplômés de dialoguer avec des scientifiques et des figures majeures de l'université dont les travaux contribuent au progrès et à l'éclairage des enjeux contemporains.

L'édition inaugurale a été marquée par la présence d'Anne L'Huillier, prix Nobel de physique 2023, professeure émérite à l'Université Paris-Saclay et professeur à l'Université de Lund (Suède). Elle a participé à une table-ronde sur le thème « Femmes & sciences », organisée dans le cadre du lancement d'un programme de mécénat porté par la Fondation et visant à agir contre la sous-représentation des femmes dans les filières scientifiques et techniques.

Quelque soixante-dix alumni ont répondu présents à cette rencontre qui a affiché complet. Un succès de bon augure pour « Les Lumières de Saclay », pensé pour devenir un temps fort annuel de la communauté des diplômées et diplômés de l'Université Paris-Saclay. Depuis le lancement de la plateforme, plus de 9 500 alumni ont déjà rejoint le réseau. **E.F.**

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

Jardin botanique

À la découverte du patrimoine végétal de l'Université Paris-Saclay

Chaque année, de mars à novembre, le Jardin botanique de l'Université Paris-Saclay propose une série de visites thématiques pour découvrir ses collections, son histoire et s'initier à la botanique. L'occasion de mettre en lumière les activités du jardin qui s'inscrivent dans une longue tradition scientifique et pédagogique.



© UPSaclay-Service environnement et paysages

En ce jeudi après-midi de mars, un petit groupe s'est formé à l'entrée du campus d'Orsay. Le soleil est déjà chaud pour une veille de printemps. Et ses rayons dardent à travers les branches d'un magnolia couvert de fleurs. Comme une introduction à l'expérience qui attend la quinzaine de curieuses et curieux venus assister à la visite du Jardin botanique de l'Université Paris-Saclay. C'est la première des visites organisées chaque année, entre mars et novembre, par le Service environnement et paysages de la Direction de l'aménagement, du patrimoine et de l'immobilier (Dapi) de l'université, en charge de la préservation et de la valorisation du jardin. Au programme du jour : un retour sur l'histoire du lieu et ses collections, et une balade découverte de ce patrimoine insoupçonné.

Dans le dédale de bâtiments du campus d'Orsay, se cachent en effet de nombreux trésors végétaux répartis sur quelque deux cents hectares. Mais il faut prêter attention aux abords des chemins pour observer les collections disséminées qui forment le Jardin botanique de Launay, de son nom historique. « *Le nom Launay vient des aulnes. Ce sont des arbres qui apprécient avoir les pieds dans l'eau* », explique Delphine Albert, responsable adjointe du Service environnement et paysages. Avec l'Yvette, la rivière voisine, les arbres ont trouvé de quoi les satisfaire sur le domaine.

 **Près de 2 500 taxons venus du monde entier**

Le Jardin botanique a vu le jour dans les années 1960, peu après l'installation de ce qui était alors le centre d'Orsay de la Faculté des sciences de Paris. Depuis, ses collections n'ont eu de cesse de s'enrichir pour compter aujourd'hui quelque 2 500

taxons venus du monde entier. À ceux-ci s'ajoutent bien d'autres espèces végétales présentes dans les milieux naturels du campus. « *Le Jardin botanique a une triple mission : une mission de conservation, une mission scientifique et une mission pédagogique* », détaille Delphine Albert au cours de la visite qui se poursuit en face du bâtiment 300.

C'est ici que se trouve le paysage oriental, un ensemble de plantations d'inspiration chinoise et japonaise. On y observe des azalées, des buis, des bambous. « *Il y a également une rocaille zen composé d'éléments minéraux – de pierres et de sable – qui invite à la contemplation* », décrit la responsable adjointe. Quelques mètres plus loin, un bosquet d'arbres est l'occasion d'illustrer les missions du jardin à travers son système d'étiquetage. Chaque végétal de la collection est porteur d'une étiquette indiquant son genre et espèce, son nom vernaculaire, son aire de répartition, ainsi que son numéro dans la base de données du parc.

Dans un bosquet, un érable du Japon se partage le territoire avec un parrotie de Perse, un cèdre de l'Himalaya et un chêne pédonculé, livrant un échantillon de la diversité des collections. Si ce chêne a de quoi impressionner, il n'équivaut pas le vénérable spécimen bicentenaire de trente-cinq mètres de haut qui bordait la montée vers le bâtiment 300, jusqu'à sa chute à l'été 2024. Pour admirer des arbres d'exception, c'est toutefois dans une autre zone qu'il faut se rendre : à l'arboretum.

 **Arbres en danger, pommiers et camélias**

Situé dans la partie Est du campus, l'arboretum comprend une cinquantaine d'espèces figurant sur la liste rouge de

l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). On y observe des arbres comme le métaséquoya de Chine et le genévrier des Bermudes, tous deux en danger d'extinction. L'arboretum n'a pas un réel rôle de conservation, quelques individus ne suffisant pas à assurer la survie d'espèces vulnérables. Mais cette collection sensibilise aux menaces qui pèsent sur les espèces végétales mondiales.

Un peu plus au sud, à proximité du bâtiment 360, se trouve un autre lieu emblématique, le verger Nozeran qui recèle une collection de pommiers, de poiriers et de pruniers de variétés anciennes. Il est géré par l'Association Bures Orsay Nature (ABON) qui se charge de l'entretien des arbres et la récolte des fruits. Mais l'endroit est voisin d'une autre collection très précieuse. Initiée en 1993 par Max Hill, ingénieur de recherche en physiologie végétale, elle donne à voir une centaine de variétés de camélias.

« *L'objectif était de créer une collection de référence en Île-de-France qui n'est pas la terre de prédilection du camélia* », relate la responsable adjointe. « *Au départ, 77 variétés ont été plantées. Puis la collection a été enrichie par d'autres pépinières* ». Roses, blanches, simples, doubles, imbriquées ou non : l'ensemble donne un remarquable aperçu de la diversité de forme et de couleurs des camélias.

 **Entre science, conservation et pédagogie**

La triple mission du Jardin botanique s'illustre également à travers la serre de biologie végétale de l'Unité de formation et de recherche (UFR) Sciences de l'Université Paris-Saclay, qui abrite les collections intérieures du jardin. En plus d'être un terrain d'expérimentation pour les recherches et enseignements, celle-ci comprend un espace pédagogique qui accueille les groupes scolaires pour des ateliers autour des plantes.

Parmi ses multiples activités, l'institution compte en outre un catalogue de semences entretenu chaque année par l'unité Pépinière et graineterie. On y trouve quelque 90 références d'espèces provenant des milieux naturels du site, comme la reine-des-près ou l'angélique des bois dont la floraison démarre à l'été. « *À chaque saison, on ne voit pas les mêmes choses* », confirme Delphine Albert. Une bonne raison d'aller s'aventurer, dès cet été, sur la piste des trésors végétaux du campus d'Orsay. **E.F.**

<https://www.universite-paris-saclay.fr/universite/les-campus/le-jardin-botanique-de-launay>

La chimie, au pluriel

Mettre en lumière les femmes qui font avancer la recherche en chimie

« La chimie, au pluriel » est une nouvelle exposition qui, à travers des portraits illustrés, met en lumière des femmes contribuant, au quotidien, à faire avancer la recherche en sciences chimiques. Lancée le 10 février 2026, l'exposition itinérante est destinée à circuler au sein de l'Université Paris-Saclay, ainsi que dans les écoles et collèges du territoire.

Encourager les jeunes à envisager la chimie comme une voie ouverte à tous et toutes. Tel est l'objectif de la nouvelle exposition dévoilée par la Graduate School (GS) Health and Drug Sciences et la GS Chimie de l'Université Paris-Saclay, le 10 février 2026, à l'occasion de la Journée des femmes et des filles en sciences, et de la quatrième édition du *Global Women's Breakfast*. Intitulée « La chimie, au pluriel », l'exposition prend la forme de panneaux illustrés et mettant en lumière des portraits de femmes en sciences chimiques.

Le *Global Women's Breakfast*, initié par l'*International union of pure and applied chemistry* (IUPAC), est un événement annuel qui vise à promouvoir la place des femmes dans la recherche en chimie. « Cette année, l'idée a été d'innover en y apportant des témoignages forts sous la forme d'une exposition », explique Bertille Decoupigny, responsable du service communication et événementiel de la Faculté de pharmacie de l'Université Paris-Saclay. « Mais nous ne voulions pas faire une énième exposition sur des figures exceptionnelles, telles que Marie Curie, qui ont reçu des prix Nobel et sont en haut de la tour Eiffel. Nous voulions des modèles féminins accessibles. »

Le manque de rôles modèles féminins est en effet régulièrement pointé du doigt quand il s'agit d'expliquer la moindre présence féminine dans certaines filières scientifiques et techniques. Or, « pour inciter les jeunes filles à faire des sciences, il est important de montrer des profils dans

lesquels elles ont la possibilité de se projeter facilement », souligne la responsable. Plutôt que des parcours exceptionnels, l'équipe conceptrice opte ainsi pour une collection de portraits inspirants et mettant en avant des femmes qui contribuent, au quotidien, à faire avancer les recherches en sciences chimiques.

Des profils accessibles mais aussi très divers
« Il n'y a pas qu'en étant chercheuse que l'on contribue à faire avancer la science », rappelle Bertille Decoupigny. « Il existe en réalité plein de métiers qui y contribuent. » C'est une autre particularité de l'exposition « La chimie, au pluriel », qui s'attache à donner la parole à des femmes aux parcours, aux expériences et aux métiers très divers.

Dans les portraits initialement présentés, le témoignage de Marie Buchotte, ingénieure d'études en synthèse chimique à l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (Icmmo – Univ. Paris-Saclay/CNRS), se mêle ainsi à ceux d'Anaïs Pitto-Barry, chercheuse en chimie médicinale à l'Institut Galien Paris-Saclay (IGPS – Univ. Paris-Saclay/CNRS) et de Raquel Diaz-Lopez, cheffe de projets innovation en santé à la SATT Paris-Saclay.

« De façon intéressante, on a constaté avec ces témoignages que certaines choses revenaient souvent, comme le syndrome de l'imposteur. Certaines femmes ne comprennent pas pourquoi nous les sollicitons. C'est pour cette raison que ce projet est



important », renchérit Marine Kazemi, technicienne au service audiovisuel de la Faculté de pharmacie, qui a réalisé les illustrations de l'exposition.

Chaque panneau donne en effet à voir un portrait dessiné des femmes exposées, une façon de « laisser de côté l'apparence pour mettre l'accent sur leur parcours », et de rendre ces figures « encore plus proches du public ». Le texte, quant à lui, ne se limite pas à une présentation de leur travail puisqu'il aborde également les engagements de ces femmes, au-delà de leurs missions, ainsi que les éventuelles difficultés rencontrées dans leurs carrières scientifiques.

Une exposition itinérante
De nouveaux portraits devraient régulièrement rejoindre les six premiers dévoilés à l'occasion du *Global Women's Breakfast* 2026. « Nous voulons atteindre un peu la représentativité de tous les métiers qui contribuent à la recherche, en ciblant aussi des profils administratifs », précise Bertille Decoupigny. « L'objectif est de rappeler que la recherche en chimie se construit collectivement, grâce à une multiplicité de métiers et de compétences complémentaires. »

Après son lancement en février dernier, l'exposition a rejoint le grand Hall du bâtiment Henri Moissan, situé sur le plateau du Moulon, à Orsay. Conçu pour être itinérant, le parcours devrait circuler dans d'autres lieux de l'Université Paris-Saclay et être présenté à d'autres événements. En octobre 2026, l'exposition fera notamment partie de la programmation de la nouvelle édition de la Fête de la science.

Il est prévu que l'exposition fasse également étape dans des écoles et collèges du territoire pour déconstruire les stéréotypes et encourager les filles à s'engager dans des parcours scientifiques. Tous les portraits sont en outre disponibles en ligne sur le site de l'Université Paris-Saclay. E.F.



L'agenda

Été-automne 2026

 Lieu  Hôte

On y était



17→20 juin Viva Technology 2026

 Parc des expositions,
Porte de Versailles, Paris
 Publicis Groupe, Les Echos

Sur quatre jours, cet événement start-up et tech numéro 1 en Europe a rassemblé des innovations et des transformations destinées à répondre aux grands enjeux sociétaux, environnementaux, économiques et humains, d'aujourd'hui et de demain. Cette année encore, l'Université Paris Saclay y a été présente aux côtés de ses partenaires. Ensemble, ils ont mis à l'honneur 21 start-up et projets porteurs des technologies les plus en pointe pour répondre à ces défis. Sur son stand, l'Université Paris-Saclay a été accompagnée de l'Université d'Évry et de l'Université de Versailles - Saint-Quentin-en-Yvelines, universités membres-associées, des quatre grandes écoles AgroParisTech, CentraleSupélec, l'ENS Paris-Saclay et l'Institut d'Optique Graduate School, de deux organismes nationaux de recherche partenaires, l'INRAE et Inria, ainsi que de l'incubateur IncubAlliance Paris-Saclay, de la SATT Paris-Saclay et de l'institut de recherche en intelligence artificielle DataIA.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/universite-paris-saclay-et-ses-partenaires-viva-technology-2026>

Ne pas manquer



JUIN

30 juin Rendez-vous innovation agri/agro & bioéconomie



Innovation

 Campus Agro Paris-Saclay
 Pôle universitaire d'innovation (PUI)
Innovation Alliance Université Paris-Saclay
L'événement Rendez-vous innovation, organisé par le Pôle universitaire d'innovation (PUI) Innovation Alliance Université Paris-Saclay, a pour ambition d'être un véritable catalyseur de la recherche et de l'innovation, en mettant en lumière les forces en présence dans le domaine sur le territoire Paris-Saclay. Cette édition propose de s'intéresser aux thématiques de l'alimentation, des filières végétales, de l'élevage, des systèmes agricoles et environnementaux durables et de la bioéconomie, à travers une table ronde, un village de stands et un espace de rendez-vous en BtoB.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/rendez-vous-innovation-agri-agro-bioeconomie>

JUILLET

15 juin→7 juillet L'Édition a 10 ans !

Exposition

 Lumen, Gif-sur-Yvette
 Université Paris-Saclay
Pour célébrer le 10^e anniversaire de L'Édition, cette exposition met en lumière les illustrations parues dans les cahiers de recherche des trente numéros du journal externe et international de l'Université Paris-Saclay. C'est l'occasion de découvrir les coulisses de L'Édition et le travail réalisé derrière chacune de ces illustrations.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/le-journal-ledition-celebre-ses-10-ans-dans-une-exposition>

7 juillet Finale de Starthèse start-up Pitch-iD 2026

Concours de pitch

 Scène de recherche - Théâtre Paris-Saclay
 Pôle universitaire d'innovation (PUI)
Innovation Alliance Université Paris-Saclay
La finale de la 3^e édition du concours régional de pitch Starthèse start-up Pitch-iD sera l'occasion de découvrir les projets à impact portés par les doctorant·es et docteur·es de l'Université Paris-Saclay. Ayant pour objectif de sensibiliser les doctorant·es et jeunes chercheur·euses à l'entrepreneuriat, cet événement favorise la transition des travaux de recherche du laboratoire vers le monde socio-économique et offre l'opportunité de présenter son projet devant un jury composé d'investisseur·euses, d'entrepreneur·euses et d'expert·es.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/starthese-startup-pitch-id-transformer-la-recherche-en-projet-impact>

SEPTEMBRE

3 septembre Visite du Jardin botanique



Visite nature

 Campus d'Orsay
 Jardin botanique de l'Université Paris-Saclay
Au mois de septembre, le Jardin botanique de l'Université Paris-Saclay reprend son cycle de visites organisées chaque jeudi sur une thématique différente. La première d'entre elles invite les participantes et participants à arpenter le campus d'Orsay pour découvrir l'histoire du jardin et de ses collections. Une excellente introduction pour se laisser surprendre par le patrimoine végétal de l'université, avant l'arrivée de l'automne.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/universite/les-campus/le-jardin-botanique-de-launay>

18 septembre La Belle Nuit du plateau

Concert

 Parc de Moulon, Gif-sur-Yvette
 Scène de recherche, ville de Gif-sur-Yvette

Pour lancer la rentrée, la Scène de recherche organise la Belle nuit du plateau, grand moment musical et dansant pour se retrouver. Sur scène, se produiront des groupes d'étudiantes et d'étudiants de l'Université Paris-Saclay, dans une ambiance chaleureuse et festive. Organisé dans le quartier de Moulon, ce moment collectif et joyeux sera ouvert à toutes et tous, pour entrer dans la saison en mouvement et en musique.

OCTOBRE

2→12 octobre Fête de la science



Festival

 Campus de Versailles à Évry, en passant par Orsay, Bures-sur-Yvette, Gif-sur-Yvette
 Université Paris-Saclay

La Fête de la science de l'Université Paris-Saclay propose de partir à la rencontre de la communauté scientifique pour découvrir de manière ludique le monde de la recherche. Cette édition 2026 sera placée sous le thème « Saveurs savantes » pour explorer les liens entre les sciences et l'alimentation. Y seront proposées de multiples animations gratuites pour petits et grands : des ateliers, des visites de laboratoire, des conférences, des expositions, un village des sciences ou encore des jeux scientifiques.

6 octobre Tremplin : le forum carrière du doctorat



Forum emploi

 Bâtiment Henri Moissan, Orsay
 Pôle universitaire d'innovation (PUI)
Innovation Alliance Université Paris-Saclay
Dans le cadre du Pôle universitaire d'innovation (PUI) Innovation Alliance Université Paris-Saclay qu'elle porte, l'Université Paris-Saclay organise la première édition de son forum dédié aux carrières des docteurs et docteurs et aux synergies entre le monde de la recherche académique et celui des entreprises. Il offrira l'occasion de mieux appréhender les opportunités de carrière à la suite d'un doctorat, lors de tables rondes en amphithéâtre ou lors de discussions aux stands des entreprises présentes à l'événement.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/tremplin-le-forum-carriere-du-doctorat>

À lire

Été 2026



La réussite éducative et les chemins du savoir

Édité aux éditions Actes de la Maison des sciences sociales et des humanités Paris-Saclay (MSH), cet ouvrage collectif est issu d'un séminaire de recherche organisé par la Graduate School Éducation, formation, enseignement (GSEFE). Il explore les enjeux de la réussite éducative et des chemins du savoir à travers une pluralité d'approches et de disciplines scientifiques ayant l'éducation pour objet : sciences de l'éducation, histoire, sociologie, économie, sciences du sport, etc.

Deux fils rouges le traversent : la pluralité des conceptions de la réussite éducative selon les acteurs et les contextes, et les dynamiques implicites de fabrication des savoirs. En déclinant ces thèmes en plusieurs apports, l'ouvrage met en évidence la complexité des chemins de la construction des savoirs scolaires, et montre que la prise en compte de cette complexité doit reposer sur l'articulation entre formation et recherche, ainsi que sur les innovations institutionnelles à l'œuvre dans le champ éducatif.

<https://msh-paris-saclay.fr/la-reussite-educative-et-les-chemins-du-savoir/>

Membres du comité éditorial ayant participé au numéro :

Émilie Autin, Loïc Bertrand, Reine Bou Fadel, Morgann Crozet, Gaëlle Giraudier, Annelise Gounon-Pesquet, Alexandre Henry, Laurence Hoffmann, Marie Laveau, Augustin Lherm, Pauline Marmin, Cécile Oriot, Cécile Pérol, Auriane Perrin, Bertrand Poumellec, Hoby Ranarison, Tiina Suomijarvi

Directeur de la publication : **Camille Galap**

Directrice de la rédaction : **Karine Wecker**

Responsable éditoriale : **Véronique Meder**

Rédactrice en chef : **Émeline Férard**

Rédacteurs et rédactrices : **Cindy Augusto Dos Santos, Sacha Barré, Jeanne Bourdier, Margaux Deligne, Émeline Férard**

Direction artistique : **Atelier Corbin/Corpus**

Illustration centrale : **Florian Gallou**

Illustration 4^e de couverture (de haut en bas) : **Clément Vuillier (1, 2, 3), Andrew Archer (4, 5, 6), Djilian Deroche (7, 8, 9), Nini La Caille (10, 11, 12), Simon Bailly (13, 14), Anne-Margot Ramstein (15), Maxime Mouysset (16), Thomas Hayman (17), Antoine Doré (18), Benoît Aupoix (19), Cosmo Danchin-Hamard (20), Jeremy Perrodeau (21), Laura Ancona (22), Linda Merad (23), Alice Chemama (24), Laura Ottone (25, 28), Caroline Péron (26), Tom Vaillant (27), Jeanne Macaigne (29), Florian Gallou (30)**

Impression : **Imprimerie Stipa**

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

Dépôt légal à parution

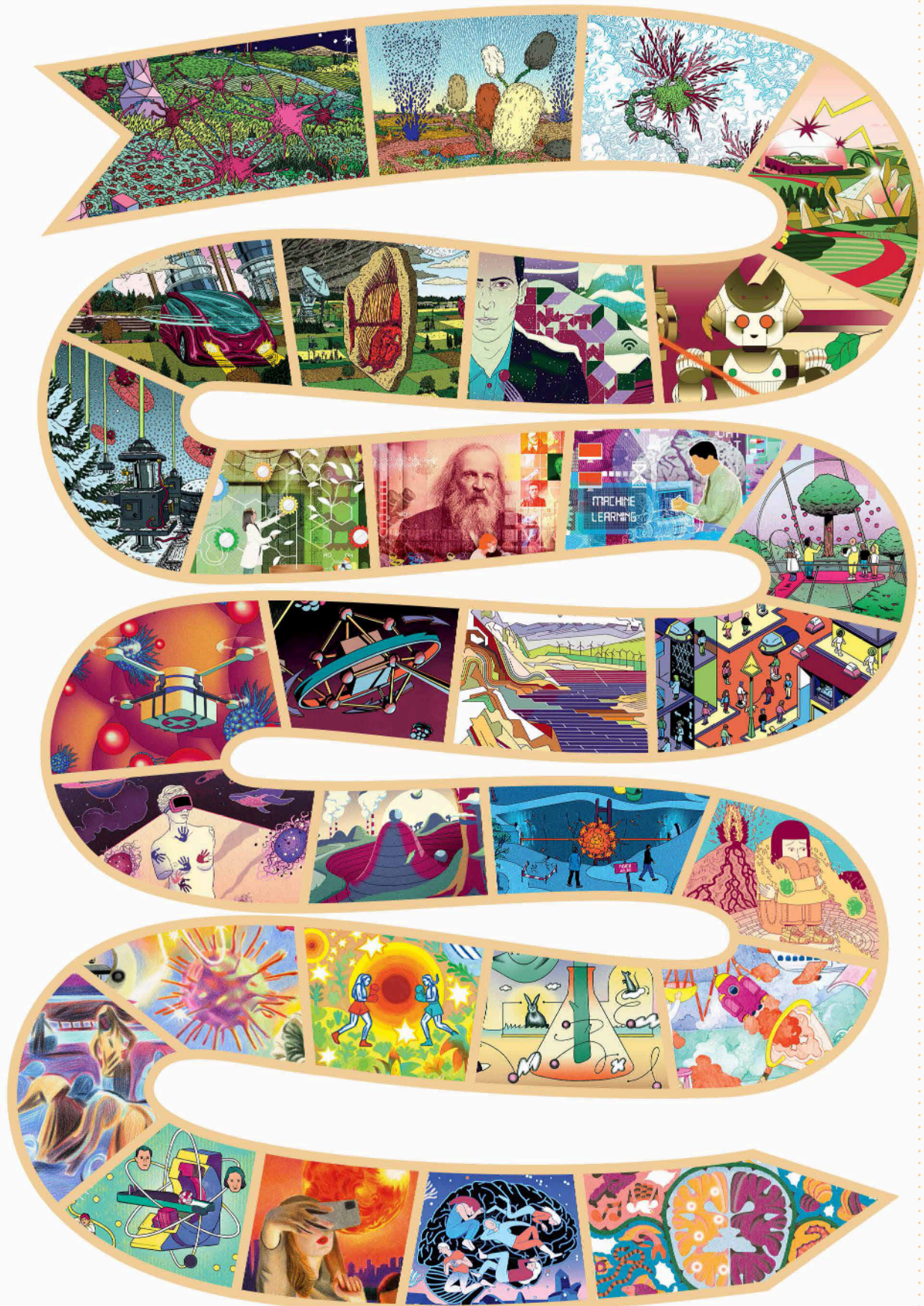
Pour s'abonner au journal *L'Édition* en format papier ou numérique :



L'Édition a 10 ans !

Retour sur les 30 numéros du journal

Ce numéro 30 marque le 10^e anniversaire de *L'Édition*, le journal externe et international de l'Université Paris-Saclay, dont le premier numéro est sorti en mai 2016. L'occasion de se replonger dans les illustrations parues dans les cahiers recherche des trente numéros parus. Chacune d'entre elles a été réalisée par un ou une artiste qui s'est réappropriée les thématiques recherche explorées dans le numéro. C'est le moment de jouer pour retrouver les thématiques associées à chacune des cases ci-dessous !



Pour consulter tous les numéros de *L'Édition* déjà parus, rendez-vous sur le site Internet de l'Université Paris-Saclay : <https://www.universite-paris-saclay.fr/journaux>