

n° 24  
Été 2024

# L'Édition



université  
PARIS-SACLAY

**4** **Formation**  
Se former au management  
du sport

**7** **Médiation des sciences**  
Ma thèse en 180 secondes

**10** **Recherche**  
Sport et genre

**13** **Recherche**  
Les disques  
protoplanétaires

**16** **Business  
& innovation**  
Innover pour mieux bouger

**18** **Recherche**  
Physiologie du muscle

**21** **Recherche**  
Édition du génome  
et agroécologie

**25** **Vue d'ailleurs**  
EUGLOH on the move

**27** **Vie de campus**  
Les œuvres d'art  
qui peuplent les campus

# Prix et distinctions

## à l'Université Paris-Saclay

### Chercheurs et chercheuses



© Arnaud Chevron-Gustave Roussy

#### Suzette Delalogue

alumnus de la Faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay et directrice du programme Interception de prévention personnalisée des cancers de Gustave Roussy, est lauréate du **prix de la Prévention de la première édition des Prix des personnalités sciences et santé** décerné par le journal *L'Express*. Elle a été récompensée pour son dévouement et l'ensemble des programmes qu'elle a supervisés dans le but de vaincre le cancer du sein.



© Florent Ginhoux

#### Florent Ginhoux

directeur du laboratoire Cellules myéloïdes et cancer au sein de l'unité de recherche Immunologie anti-tumorale et immunothérapie des cancers (ITIC - Univ. Paris-Saclay/Inserm/Gustave Roussy), est lauréat de la **chaire d'excellence en biologie-santé de France 2030** et récipiendaire d'une bourse de 2 à 3 millions d'euros visant à soutenir ses travaux dans le cadre de son projet scientifique intitulé **MATCH - Mapping microglia - tumor crosstalk to cure pediatric brain cancer** (Cartographie l'intercommunication entre la microglie et les cellules tumorales pour guérir le cancer du cerveau chez l'enfant).



© Fondation pour la recherche cardio-vasculaire

#### Mathilde Keck

chercheuse au sein du Service d'ingénierie moléculaire pour la santé du laboratoire Médicaments et technologies pour la santé (MTS - Univ. Paris-Saclay/CEA/INRAE), a été récompensée par la **bourse « Cœurs de femmes »**, décernée par la Fondation recherche cardio-vasculaire, pour son projet de recherche intitulé « Régulation de la balance AVP/Apéline dans la pré-éclampsie. »



© Wendy Mackay

#### Wendy Mackay

directrice de recherche Inria et responsable de l'équipe Ex-Situ, commune au Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN - Univ. Paris-Saclay/CNRS/Inria/CentraleSupélec) et à Inria Saclay, a reçu l'**ACM SIGCHI Lifetime Research Award**, décerné par l'*Association for Computing Machinery* (ACM), pour sa contribution aux recherches dans les domaines de l'interaction humain-machine.



© Franck Montmessin

#### Franck Montmessin

directeur de recherche CNRS au Laboratoire atmosphères, milieux, observations

spatiales (LATMOS - Univ. Paris-Saclay/CNRS/IPSL/UVSQ/Sorbonne Univ.), a été honoré de la **médaille David Bates**, décernée par l'*European Geosciences Union* (EGU), pour sa contribution dans la compréhension des intrications du cycle de l'eau martienne et de l'histoire géologique de la planète rouge.



© Véronique Puill

#### Véronique Puill

ingénieure de recherche en développement de détecteurs de particules et directrice du département Détecteurs et instrumentation au Laboratoire de physique des 2 infinis - Irène Joliot-Curie (IJCLab - Univ. Paris-Saclay/CNRS/Univ. Paris-Cité), s'est vu remettre le **prix Srodogora** par la Fondation CNRS, pour son parcours professionnel marqué par un véritable engagement pour la science.



© Daniel Shulz

#### Daniel Shulz

directeur de recherche CNRS et chef du Département de neurosciences intégratives et computationnelles (ICN) de l'Institut des neurosciences Paris-Saclay (NeuroPSI - Univ. Paris-Saclay/CNRS), est lauréat, dans la catégorie *Lifetime achievement in mentoring*, d'un **Nature Award for Mentoring in Science**, décerné par la revue *Nature*, pour l'ensemble des actions de mentorat qu'il mène et qui contribuent au développement et au succès de jeunes chercheurs et chercheuses.

### Étudiantes et étudiants



© École universitaire de premier cycle Paris-Saclay

#### Stella Bermond

étudiante en BUT Technique de commercialisation à l'IUT de Sceaux, a décroché le **premier prix du jury de la compétition Mon apprentissage en 180 secondes** pour sa présentation de son alternance chez Mauboussin.

#### Maxence Bouinière

étudiant en BUT Mesures Physiques à l'IUT d'Orsay, s'est vu attribuer le **prix du public** pour sa présentation de son alternance au CEA Paris-Saclay.



© IUT d'Orsay

**L'équipe de l'IUT d'Orsay** est arrivée à la 2<sup>e</sup> place du **Challenge national mesures physiques**, une rencontre organisée chaque année par l'ensemble des départements Mesures physiques des IUT de France et centrée sur la mesure et la métrologie.

#### L'équipe de la Faculté de pharmacie

de l'Université Paris-Saclay s'est vu remettre le **prix de l'Académie de pharmacie** lors du tout premier hackathon national des facultés de pharmacie organisé autour du thème de l'oncologie, pour son projet d'application permettant de dépister les troubles cognitifs chimio-induits.

### Entreprises et projets



#### Institut DATAIA

institut d'intelligence artificielle (IA) de l'Université Paris-Saclay, est l'un des neuf lauréats de l'appel à manifestation d'intérêt **IA-Cluster** lancé en 2023 dans le cadre de la stratégie nationale pour l'IA. Ces neuf pôles d'excellence en recherche et formation en IA seront soutenus à hauteur de 360 millions d'euros par l'initiative France 2030.



#### ION-X

start-up fondée en 2021 et fruit d'une collaboration entre le Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N - Univ. Paris-Saclay/CNRS/Univ. Paris-Cité) et Airbus Defence and Space (ADS), est l'une des 42 nouvelles entreprises lauréates du **programme accélérateur du Conseil européen de l'innovation (EIC)**. Le projet vise à développer et industrialiser des systèmes de propulsion spatiale.

Trois jeunes entreprises innovantes créées par des alumni de l'Université Paris-Saclay se sont vues récompensées par des **prix SPRING 50** lors du salon Paris-Saclay SPRING 2024 :



#### Highcast

créée par deux alumni de CentraleSupélec, Flore de Lasteyrie et Vivien Robert, et lauréate dans la catégorie *Industry & Services*, développe une intelligence artificielle qui aide les usines à réduire leur facture d'électricité en optimisant la planification de leurs activités ;



#### Rewake

fondée par Paul Forget, ingénieur diplômé de CentraleSupélec, et Alban Catoire, et lauréate dans la catégorie *Cleantech*, se spécialise dans la reprise, le reconditionnement et la revente du matériel de recherche et de laboratoire ;



#### VITROPEP

fondée par Christophe Tarabout, alumnus de l'Université Paris-Saclay, et lauréate dans la catégorie *Health Biotech*, développe un patch d'injection intradermique capable de remplacer les injections par aiguille et seringue.

J'ai à cœur  
de mettre mon  
énergie et mon  
expérience  
au service de  
notre université,  
de ses projets  
et son avenir.



© Corinne Hameau

## L'éditorial

Le 11 juin dernier, j'ai eu l'honneur d'être élu président de l'Université Paris-Saclay, établissement de recherche intensive, de proximité territoriale attractive, d'excellence scientifique et de diversité sociale. J'ai à cœur de mettre mon énergie et mon expérience au service de notre université, de ses projets et son avenir, et de m'investir pleinement afin qu'elle continue à rayonner dans son environnement territorial, national et international.

2024 n'est pas une année comme les autres. Cent ans la séparent des premiers Jeux olympiques de Paris, qui reviennent cet été en France. C'est par ailleurs la toute première fois que le pays organise les Jeux paralympiques. À l'Université Paris-Saclay, le sport et l'inclusion occupent aussi une place de choix, comme vous pourrez le constater à travers ce nouveau numéro de notre journal *L'Édition*.

Dans ces pages, sont mises en lumière les formations en management du sport proposées par l'université et les portes du Comité d'organisation des JOP de Paris 2024 qu'elles ont ouvertes à certaines et certains de nos diplômés. Ce numéro vous montrera également le sujet d'étude particulièrement actif et multidisciplinaire que sont les activités physiques et sportives. Alors que des chercheurs et chercheuses de l'université s'intéressent aux questions de genre et de parité dans le monde du sport, d'autres plongent à l'intérieur de nos muscles pour mieux comprendre les processus biologiques en jeu dès que nous nous activons.

Côté innovation, vous verrez que certaines recherches ont débouché sur des applications concrètes pour les athlètes de haut niveau, de même que pour les patientes et patients en rééducation et les sportifs et sportives de tout âge et de tout niveau. La tenue des JOP 2024 est aussi une occasion renouvelée pour l'Université Paris-Saclay de promouvoir l'activité physique auprès de sa communauté étudiante et de ses personnels, avec des initiatives telles que les défis de marche connectée organisés au sein de l'alliance EUGLOH ou les ateliers de sensibilisation handisport tenus sur différents campus de l'université.

Ce numéro de *L'Édition* n'oublie pas pour autant les multitudes d'autres domaines qui font la richesse de notre université et de son écosystème, à l'image de la SaclAI-School, l'innovant programme de formation autour de l'intelligence artificielle piloté par l'Institut DATAIA. Vous aurez aussi la tête dans les étoiles grâce aux scientifiques qui utilisent le télescope spatial James Webb pour étudier les disques protoplanétaires. Enfin, pour rejoindre la terre ferme, vous bénéficierez d'un focus sur les nouvelles techniques d'édition des génomes végétaux et leur intérêt dans la transition vers une agriculture durable et plus respectueuse de l'environnement.

En vous souhaitant un très bel été à tous et toutes, je vous donne rendez-vous à l'automne prochain pour un nouveau numéro de *L'Édition*. Bonne lecture !

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

université  
PARIS-SACLAY

AgroParisTech

CentraleSupélec

écoles  
normales  
supérieures  
paris-saclay

IFREMER

INSTITUT  
d'OPHIQUE  
PARISTECH

UVSQ  
université PARIS-SACLAY

UNIVERSITÉ  
de EVRY  
université  
PARIS-SACLAY

cea

cnrs

INRAE

Unia

Inserm  
Institut National de Santé Publique et de Médecine Préventive

ONERA  
THE FRENCH AEROSPACE CO.

# Se former au management du sport

Une filière qui fait ses preuves à l'Université Paris-Saclay

**Au cours de l'année écoulée, le Comité d'organisation des jeux olympiques et paralympiques (COJOP) a multiplié ses effectifs pour relever l'immense défi qu'est l'organisation de ce grand événement sportif mondial. Une occasion en or pour nombre d'alumni de la Faculté des sciences du sport de l'Université Paris-Saclay, qui propose tout un parcours de formation axé sur le management du sport.**

Les Jeux olympiques et paralympiques (JOP) de Paris 2024, ce sont près de 15 000 athlètes qui seront réunis cet été pour 29 jours de compétition sur 61 sites à travers la France. Mais ce sont aussi plus de 4 000 employés et employés du Comité d'organisation des jeux olympiques et paralympiques (COJOP) qui s'activeront en coulisses au bon déroulé des événements, y compris des alumni de la Faculté des sciences du sport de l'Université Paris-Saclay.

(Politiques publiques et stratégies des organisations sportives).

« Le master 2 SLEM prépare aux métiers liés à l'événementiel sportif, au marketing sportif, au commercial sportif, au sponsoring, à l'organisation d'événements, tandis que le master 2 PPSOS prépare plutôt à travailler sur les politiques publiques ou dans des organisations sportives telles que les fédérations », éclaire Michel Desbordes, professeur et responsable du M2 SLEM.

Former aux métiers liés à la gestion et l'organisation des activités physiques et sportives pour tous types de public, c'est l'une des missions de la Faculté, qui propose pour cela tout un parcours axé sur le management du sport.

« Nous avons beaucoup d'anciennes étudiantes et étudiants qui ont rejoint le COJOP. Certaines étudiantes et certains étudiants des promotions de cette année y font aussi leur stage », confirme Christopher Hautbois, doyen de la Faculté. « C'est une fierté pour nous de les voir vivre un quotidien professionnel correspondant à leurs aspirations. Cela nous donne le sentiment de réussir notre mission. » Former aux métiers liés à la gestion et l'organisation des activités physiques et sportives pour tous types de public, c'est en effet l'une des missions de la Faculté, qui propose pour cela tout un parcours axé sur le management du sport.

## Des diplômes à la réputation reconnue

Le parcours est intégré à la filière STAPS (Sciences et techniques des activités physiques et sportives) et démarre dès le niveau licence. « La spécialisation en management du sport débute en deuxième année de licence, puis se poursuit en troisième année avec des cours entièrement orientés vers ce domaine », complète le doyen et professeur à la Faculté. Une fois la licence en poche, les diplômées et diplômés ont la possibilité de poursuivre leurs études en master, avec deux spécialisations possibles en seconde année : d'un côté le parcours SLEM (Sport, leisure and event management), de l'autre le parcours PPSOS

Le premier diplôme, comme le second, ne datent pas d'hier. La création du SLEM remonte à 1999, celle du PPSOS à 2004. Et les deux se sont forgés une réputation. Alors que les formations en management du sport se sont multipliées ces dernières années, notamment dans les écoles de commerce, « notre antériorité et notre réputation font partie de nos points forts », appuie Michel Desbordes. D'autant plus que les deux formations ont su évoluer avec leur temps.

Depuis 2020, le cursus du M2 SLEM, par exemple, se fait entièrement en anglais. « Dans le monde du management du sport, les équipes de travail se sont beaucoup mondialisées. En suivant les carrières de nos alumni, nous nous sommes rendu compte qu'une maîtrise insuffisante de l'anglais pouvait être un frein », justifie le responsable. Grâce à cette adaptation, des étudiantes et étudiants internationaux rejoignent maintenant le master.

## Se confronter dès que possible au secteur professionnel

« Quel que soit le parcours engagé, nous voulons donner la possibilité à tous et toutes de se confronter le plus tôt possible au secteur professionnel », explique Christopher Hautbois. Il s'agit là d'un autre aspect crucial de la filière Management



© Faculté des sciences du sport

du sport. « Grâce à notre localisation en région parisienne, nous avons tissé un réseau professionnel très important », renchérit Michel Desbordes. Des intervenantes et intervenants de tous horizons viennent ainsi chaque année parler de leur expérience auprès des différentes promotions.

Mais cette découverte du secteur professionnel passe aussi et surtout par la réalisation de stages, dès la troisième année de licence et jusqu'en master. « Le parcours SLEM est divisé en six mois de cours et six mois de stage. Et le parcours PPSOS peut se faire en alternance », détaille le doyen de la Faculté. De même, dès la licence, les cursus incluent de nombreux projets à mener, dont le fameux Noctiraid. Organisé depuis quinze ans par la promotion du M2 SLEM, ce raid nocturne par équipe, mêlant trail, VTT, course d'orientation, bike and run et tir, réunit à chaque édition quelque 300 participantes et participants.

« C'est vraiment l'ADN de ce master de former ses étudiantes et étudiants à l'organisation de grands événements sportifs. Il n'y a pas toujours des Jeux olympiques et paralympiques mais il y a toujours quelque part, y compris en France, des événements sportifs internationaux à organiser », précise Christopher Hautbois. « Grâce au réseau d'alumni que nous entretenons, nous avons souvent des nouvelles des uns et des autres. Et cela nous confirme que nous avons un taux d'insertion professionnelle assez remarquable. »

# « Organiser les Jeux olympiques et paralympiques, C'est une expérience incroyable ! »

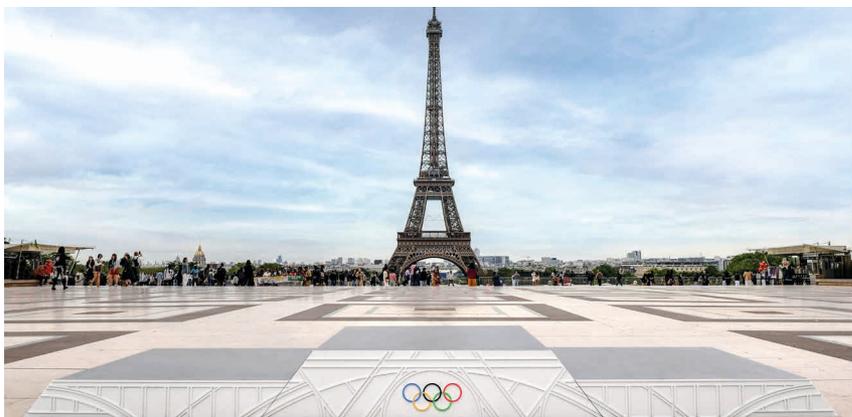
Les Jeux olympiques et paralympiques (JOP) de Paris 2024 représentent un événement exceptionnel qui ne se reproduira pas de sitôt. Mais pour certaines et certains alumni de la Faculté des sciences du sport de l'Université Paris-Saclay, c'est aussi un rêve qui devient réalité.

« Organiser les Jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024, c'est une expérience assez folle et incroyable ! », démarre Emma Bouttier. Diplômée en 2023 de la Faculté des sciences du sport de l'Université Paris-Saclay, cette alumne est l'une des milliers d'employées et employés du Comité d'organisation des jeux olympiques et paralympiques (COJOP) qui s'activent depuis des mois pour préparer ce grand événement sportif mondial. « Je suis coordinatrice des opérations de l'un des sites olympiques et paralympiques – l'Arena Paris Nord, à Villepinte – où se dérouleront des épreuves de boxe, d'escrime, de pentathlon moderne et de volleyball assis », précise-t-elle. « Mon rôle est un peu d'être cheffe d'orchestre de tout le site », qui accueillera jusqu'à 10 000 spectateurs et spectatrices par jour durant les JOP. Autant dire que le défi est de taille.

En débutant son parcours en management du sport il y a quelques années, Emma Bouttier n'imaginait pas s'engager un jour dans une telle aventure. « C'est en troisième année de licence que j'ai eu le déclic. Cette année-là, nous avons dû organiser des événements sportifs de A à Z et ça m'a ouvert les yeux sur ce que j'avais envie de faire à terme », se souvient-elle. « À l'Université Paris-Saclay, on a la chance de vraiment mettre en pratique ce qu'on apprend. Et c'est très formateur de se retrouver sur le terrain. On se rend compte de ce qu'on aime ou non, et de ce qu'on doit travailler. »

L'étudiante se retrouve d'ailleurs très vite sur le terrain, en licence puis en master, avec la spécialisation SLEM (Sport, leisure and event management). C'est là qu'elle réalise un stage au stade de France où elle est ensuite recrutée en tant que chargée de production événementielle, enfilant sa première casquette de cheffe d'orchestre. « C'est un travail qui nécessite de considérer plein d'aspects différents et d'avoir une vue d'ensemble. En ce sens, j'ai beaucoup appris des événements organisés durant ma formation », assure la jeune femme qui, après les JOP, réintégrera l'équipe du stade de France.

↓ **Les JOP, une occasion rêvée pour tous les profils**  
Comme Emma Bouttier, Nathan Billard est sorti diplômé du master 2 SLEM en 2023. Et comme elle, il s'est lancé dans l'ambitieuse aventure des JOP 2024. « Je suis chargé de mission accréditations pour les comités nationaux olympiques et



© Tous droits réservés - Paris 2024 / Isabelle Harsin

paralympiques de la zone Océanie », détaille l'alumnus. « C'est un poste prenant mais très intéressant. Il y a beaucoup d'administratif mais aussi du sport. Cela met à profit mon profil polyvalent. » En effet, Nathan Billard n'a pas réalisé tout son parcours en management du sport.

C'est après six années d'études en économie, gestion et management international qu'il rejoint l'Université Paris-Saclay et le M2 SLEM. « L'objectif était d'avoir une formation généraliste en gestion et en management avant de finaliser avec une spécialisation dans le sport », précise le jeune homme, qui a réalisé une partie de son cursus aux États-Unis et en Espagne. « Je voulais vraiment que cette septième et dernière année vaille le coup. Aujourd'hui, je ne la regrette absolument pas. Le M2 SLEM était une année riche qui m'a aidé à lever les compétences nécessaires pour travailler dans le milieu du sport. »

S'il n'a pas décroché de stage au COJOP en master comme il l'espérait, le rêve a fini par devenir réalité. « Cela fait de nombreuses années que j'avais en tête de travailler pour les Jeux olympiques. C'était une des raisons à la base de mon intégration en M2 SLEM. Après l'obtention du diplôme, j'ai retenté ma chance et la persévérance a fini par payer », se réjouit Nathan Billard, qui entend bien vivre l'aventure à fond malgré un emploi du temps très chargé.

↓ **De spectatrice à coordinatrice pour les JOP**  
Pour Lise Domas, aussi, participer à l'organisation des JOP de Paris 2024 est un rêve qui remonte à loin. À l'été 2012, elle assiste en famille aux Jeux olympiques qui se tiennent à Londres. « C'était une expérience incroyable et ça m'a donné envie

de travailler pour les JOP », confie cette autre alumne de la Faculté des sciences du sport. L'année suivante, elle s'inscrit en licence STAPS, puis s'oriente vers le management du sport jusqu'au M2 SLEM.

En 2017, alors qu'elle réalise un stage à la Fédération française de canoë-kayak, le rêve olympique refait surface. « Pendant ce stage, j'ai participé à l'organisation de la Journée olympique de juin 2017. C'était le tout début du processus, la candidature de Paris pour 2024 n'était pas encore acceptée », se souvient Lise Domas. Mais à l'époque, 2024 est encore loin. L'étudiante poursuit son parcours en enchaînant les expériences pour développer son réseau de contacts. « Nous travaillons dans un milieu où avoir un réseau est très important. Et notre formation nous aide vraiment à en créer un. Le fait qu'elle soit basée en région parisienne aide aussi à multiplier les expériences. »

Diplômée du master en 2018, Lise Domas occupe plusieurs postes, jusqu'à, enfin, assouvir son rêve. À l'automne 2023, elle rejoint le COJOP en tant que coordinatrice, livraison site et infrastructures pour le Golf national situé à Guyancourt. « Ma mission est de coordonner l'installation des infrastructures temporaires qui vont permettre au site d'accueillir les épreuves olympiques de golf », précise-t-elle. « C'est très prenant mais j'aime beaucoup ce que je fais. Et c'est une vraie satisfaction de voir que j'ai atteint l'objectif que je m'étais fixé il y a si longtemps. C'est aussi une expérience unique parce que ça ne se reproduira jamais. » Du moins pas en France, puisque la passionnée de sport réfléchit d'ores et déjà à renouveler son aventure olympique avec les JOP d'hiver de Milan, en 2026.

# SaclAI-School

## L'intelligence artificielle pour tous et toutes à l'Université Paris-Saclay

**Piloté par l'Institut DATAIA de l'Université Paris-Saclay, le projet SaclAI-School a pour but de développer un programme de formation large, ambitieux et innovant autour de l'intelligence artificielle (IA). Depuis 2021, SaclAI-School a permis l'ouverture de nouvelles formations et modules ainsi que la mise en place de bourses étudiantes et du tutorat.**

« L'intelligence artificielle a connu un bond ces dernières années. Elle est aujourd'hui partout, dans notre société, notre quotidien, notre téléphone. Il y a donc un vrai besoin d'en comprendre les atouts, les enjeux mais aussi les risques et les limitations », explique Frédéric Pascal, directeur de l'Institut DATAIA, l'institut d'intelligence artificielle (IA) de l'Université Paris-Saclay. Former tout un chacun et chacune à l'IA, c'est justement la mission du programme SaclAI-School piloté par l'Institut. Financé à hauteur de 11,4 millions d'euros, ce programme est un des lauréats de l'appel Compétences et métiers d'avenir (CMA), lancé fin 2021 par l'Agence nationale de la recherche (ANR).

« SaclAI-School a pour objectif de former largement le public à l'intelligence artificielle, dans les disciplines cœur-IA, informatique et mathématiques, mais aussi en interdisciplinarité, en couplant l'IA à d'autres disciplines dans lesquelles elle a un rôle transformant », détaille Sarah Cohen-Boulakia, co-porteuse du projet SaclAI-School et directrice-adjointe formation de l'Institut DATAIA.

La force du projet est de s'appuyer sur toutes les compétences de l'Université Paris-Saclay et sur l'écosystème unique de l'Institut DATAIA, qui rassemble 46 laboratoires de recherche et plus d'un milliard de chercheuses et chercheurs dans le domaine de l'IA et de ses applications.

**Une soixantaine de parcours de BAC+1 à BAC+8**

Depuis son lancement, le programme a permis d'accroître fortement le volume d'étudiantes et étudiants de l'Université formés à l'IA, du niveau L1 à M2

ainsi qu'en formation doctorale. Quatre nouveaux parcours de master ont ouvert, ainsi que deux parcours thématiques au sein du master Mathématiques, vision, apprentissage (MVA) de l'ENS Paris-Saclay, deux formations internationales à CentraleSupélec et un mastère spécialisé, consacré à l'IA de confiance, en collaboration avec l'Institut de recherche technologique (IRT) SystemX. De nombreux modules d'enseignement innovants ont été construits, notamment grâce au recrutement d'une cinquantaine de professeurs attachés issus du monde socio-économique.

**Des formations courtes accessibles à tous et toutes, tout au long de la vie**



La mission de SaclAI-School n'est pas seulement de former des experts en IA au sein de l'Université, mais également d'accueillir le plus grand nombre de personnes aux enjeux actuels de l'IA. C'est dans ce cadre qu'intervient le BrevetAI, fondé sur la méthode du *learning-by-doing* et qui assure la découverte de l'IA sous forme d'activités adaptées à tous les niveaux.

**« L'intelligence artificielle a connu un bond ces dernières années. Elle est aujourd'hui partout, dans notre société, notre quotidien, notre téléphone. Il y a donc un vrai besoin d'en comprendre les atouts, les enjeux mais aussi les risques et les limitations. »**

— Frédéric Pascal

Outre le développement de l'offre de formations, « notre objectif est d'accompagner au mieux les étudiantes et étudiants engagés dans des filières en lien avec l'IA », précise Cristina Porlon, chargée de projet SaclAI-School. C'est dans cette perspective que des bourses MixtAI sont attribuées chaque année à des candidates et candidats de BAC+1 à BAC+5. Un programme de tutorat par les pairs, TutorIA, est également en place pour offrir un soutien dans les filières informatique et mathématique.

Les enjeux de l'IA sont aussi nombreux dans la formation tout au long de la vie. En collaboration avec le centre de formation continue CentraleSupélec Exed, « nous proposons une large sélection de formations qui couvrent les principaux domaines de l'IA », précise Meryem Kafnemer, chargée de projet formation continue de SaclAI-School. Des formations courtes d'acculturation et de sensibilisation (introduction complète à l'IA, ChatGPT, jumeaux numériques, IA et environnement, enjeux éthiques et juridiques de l'intelligence artificielle...) aux formations plus longues et approfondies, il y en a pour tous les niveaux. Et le catalogue ne s'arrête pas là puisque des formations sur-mesure sont également développées pour les entreprises. « L'idée est de comprendre leurs besoins et de leur proposer une formation avec des cas d'usage adaptés à leurs secteurs d'activité », poursuit Meryem Kafnemer.

Depuis son lancement à la rentrée 2022, SaclAI-School a formé plus de 1 200 étudiantes et étudiants à l'IA et 1 300 autres ont suivi une acculturation. D'autres initiatives sont en développement, avec l'arrivée de deux cours en ligne interactifs, ainsi que le lancement de plusieurs plateformes d'appui à l'enseignement. Pour que l'IA n'ait plus (ou presque) de secrets pour personne.

<https://www.dataia.eu/formations/saclai-school>



# Ma thèse en 180 secondes

« Cette expérience a débloqué quelque chose en moi »

Chaque année, des doctorantes et doctorants de l'Université Paris-Saclay se lancent dans la compétition Ma thèse en 180 secondes (MT180) avec l'espoir de poursuivre leur parcours jusqu'en finale nationale voire internationale. Retour sur l'expérience de trois anciennes candidates de l'Université Paris-Saclay.



Les trois anciennes candidates, de gauche à droite : Elise Bordet, Isabelle Hoxha et Ombeline Labaune. © Angélique Gilson

Trois minutes, et pas une seconde de plus, pour expliquer son projet de recherche, de façon claire et concise mais convaincante, à un public non initié. Le tout avec l'appui d'une seule diapositive. Pas de doute, MT180 est un exercice complexe. Chaque année, elles et ils sont pourtant plusieurs dizaines de doctorantes et doctorants de l'Université Paris-Saclay à se lancer dans l'aventure. Jusqu'à atteindre la finale de l'Université durant laquelle les plus talentueuses et talentueux d'entre eux – une quinzaine – doivent séduire le jury et le public.

## Oser tenter l'expérience

En 2018, Elise Bordet est l'une de ces finalistes : « le fait de faire ce concours pendant la thèse était un peu stressant. Mais je ne regrette pas une seconde, c'est un bon souvenir », confie la jeune femme. Comme bon nombre de participantes et participants, l'étudiante a hésité avant de se lancer. « Je connaissais MT180 mais je n'osais pas m'inscrire. Puis j'ai assisté à la présentation d'une doctorante de mon laboratoire qui avait participé au concours. Ça m'a encouragée et montré que c'était possible. »

Après l'inscription, s'en suivent plusieurs demi-journées de formation pour s'entraîner à la prise de parole, l'éloquence, la présence scénique, etc. « Pour moi, c'était nouveau. C'est un exercice très particulier et compliqué. Le plus difficile est de vulgariser ses propos parce que, pour nous, ça paraît clair mais en réalité, ça ne l'est pas du tout », explique Elise Bordet dont la thèse portait sur la « réponse immunitaire innée et adaptative du porc face au virus du syndrome dysgénésique et respiratoire porcin ».

## Une prise de recul salutaire

Pour Ombeline Labaune, finaliste de MT180 en 2020, c'est justement tout l'intérêt de l'exercice. « Vulgariser son sujet, c'est le plus difficile mais aussi le plus intéressant. C'est la raison pour laquelle j'étais là. Ça m'obligeait à bloquer du temps pour prendre du recul sur mon sujet et réfléchir

à comment en parler simplement », détaille la doctorante qui participe à la compétition lors de sa 2<sup>e</sup> année de thèse sur « la vigueur du mouvement humain : de l'action à la cognition ».

« Durant la préparation, il y a aussi les interactions avec les autres doctorantes et doctorants et les formateurs qui sont très riches. On se rend compte qu'on a des problématiques de présentation communes alors que nos sujets sont complètement différents », relève-t-elle. Durant sa participation, Isabelle Hoxha, finaliste en 2022, voit elle aussi les uns et les autres progresser, gagner en aisance, en expression au fil des semaines.

« Je pense qu'aller vers les gens et leur expliquer ce qu'on fait dans les labos est un aspect hyper important en tant que scientifique. Avec MT180, on apprend beaucoup en termes de dissémination de la science », confirme la doctorante dont la thèse portait sur les « mécanismes neurocognitifs de l'anticipation perceptive dans la prise de décision ».

## Développer de nouvelles capacités

Avec MT180, on apprend aussi à gérer son stress. Car du stress il y en a le jour J lorsque vient le moment de monter sur scène lors de la finale de l'Université. « Le premier souvenir de ma présentation, c'est le journaliste qui me demande si je suis prête et que j'ai une toute petite voix tellement j'ai la gorge serrée. Pendant mon passage, j'avais les mains qui tremblaient, le cœur qui battait », se rappelle Isabelle Hoxha. « Mais lorsque j'ai visionné ma présentation, j'ai vu que ça ne se voyait pas du tout. Ça veut dire que notre formation a porté ses fruits ! » Et quels fruits, puisque la candidate reçoit le prix du jury lors de l'édition 2022. Une récompense qui la conduit en demi-finale puis en finale nationale à Lyon.

« Je ne pensais pas aller aussi loin. Je m'étais lancée dans le concours sans ambition et à chaque étape de qualification, quand j'entendais mon nom, j'étais très surprise. »

Même stress et même qualification inattendue en 2018 pour Elise Bordet qui reçoit le prix du public et poursuit son parcours jusqu'en finale nationale à Toulouse, avant de soutenir sa thèse quelques mois plus tard. « Cette finale a été un élément de plus pour prendre confiance en moi et en mes capacités de prise de parole en public. Auparavant, je ne savais pas jusqu'où pouvait aller mon aisance. J'ai l'impression que MT180 a débloqué quelque chose en moi. Cela m'a appris à gérer le fond et la forme, à me mettre en avant », poursuit Elise Bordet.

## Des enseignements profitables

Cinq ans après, cette expérience incite la jeune femme à s'engager dans une nouvelle aventure : elle co-fonde l'association 2082 dont l'objectif est d'aider les femmes à négocier leur salaire. « Aujourd'hui encore, les femmes gagnent en moyenne 25 % de moins que les hommes. 2082 correspond à l'année estimée de l'égalité salariale entre les hommes et les femmes », justifie Elise Bordet. « Notre objectif est d'aider les femmes à prendre confiance en elles et de lutter contre les syndromes de l'imposteur et de la bonne élève. »

De son côté, Isabelle Hoxha soutient sa thèse un an après son passage à MT180, en juillet 2023. « Le concours m'a aidé à mieux m'exprimer à l'oral en public. J'ai même réutilisé une partie de vulgarisation au tout début de ma soutenance pour introduire le sujet », sourit la chercheuse qui fait aujourd'hui partie du département d'études cognitives de l'École normale supérieure (ENS).

En 2020, Ombeline Labaune n'a pas la chance de poursuivre l'expérience jusqu'en finale nationale qui n'a d'ailleurs pas lieu en raison de la pandémie de Covid-19. « La finale à l'Université Paris-Saclay était un moment très particulier parce que c'est ce soir-là que la fermeture de l'Université et des commerces a été annoncée », se remémore-t-elle. « Mais je garde un très bon souvenir de mon passage sur scène. » Cette expérience a le mérite de renforcer son goût pour la vulgarisation et l'année suivante, la thésarde met de côté l'enseignement pour se consacrer à la médiation. Une seconde casquette qu'Ombeline Labaune, devenue maîtresse de conférences à la Faculté des sciences du sport de l'Université Paris-Saclay, porte encore aujourd'hui : « Je gère les ateliers de médiation et les autres événements auxquels nous participons pour rendre accessibles les sciences du sport au grand public. »

Trois minutes sur scène et trois expériences différentes, mais les trois jeunes femmes n'ont qu'un seul et même conseil aux doctorantes et doctorants qui hésiteraient encore : « Lancez-vous et inscrivez-vous à MT180 ! »

<https://mt180.fr/>

# Just Do Maths!

## Des mathématiciennes s'exposent contre les stéréotypes

L'exposition *Just Do Maths!* rassemble dix portraits de mathématiciennes de l'Université Paris-Saclay dans le but de sensibiliser aux questions de parité en mathématiques. Après un passage au Lumen et à l'IHES, l'exposition voyagera sur différents campus de l'Université jusqu'en 2025.



© Emeline Féraud

Début avril, c'est une exposition inédite qui prend ses quartiers à l'Institut des hautes études scientifiques (IHES) à Bures-sur-Yvette. Sur des panneaux fièrement dressés, s'enchaînent les portraits de dix femmes qui ont toutes un point commun : elles sont mathématiciennes. *Just Do Maths!* (Faites des maths ! en français) clame l'affiche de l'exposition photographique. Le message pourrait difficilement être plus clair. Mais l'objectif de l'événement va bien au-delà.

### Dix mathématiciennes aux parcours divers

« Au départ, nous voulions publier de nouveaux portraits sur le site Internet de l'Université Paris-Saclay car les mathématiciennes y sont peu représentées et les mathématiciennes encore moins », explique Maëva Fézas, manager des formations de la Graduate School Mathématiques de l'Université, à l'origine du projet. « Et puis nous nous sommes demandé quel serait le meilleur format pour inciter les gens à lire ces portraits. C'est là que l'idée d'y ajouter une exposition photographique, couplée à des événements – des rencontres, conférences, débats – nous est venue. »

En collaboration avec les différentes composantes, écoles, universités membres-associées et organismes nationaux de recherche partenaires de l'Université, l'équipe de la GS Mathématiques sélectionne finalement dix mathématiciennes dont les parcours professionnels et les thèmes de recherche s'exposent sur les panneaux de l'exposition. Calcul appliqué, analyse topologique des données, géostatistique, analyse numérique... Leurs travaux donnent un aperçu des multitudes d'univers et d'applications associés aux mathématiques.

« Nous tenions à ce que les portraits évoquent des thématiques diverses, en mathématiques appliquées comme fondamentales, et qu'ils soient issus de plusieurs laboratoires. Nous voulions aussi mettre en avant des mathématiciennes aux carrières un peu différentes et présentes au quotidien dans la vie universitaire en tant qu'enseignantes, responsables de formation, encadrantes de stage ou mentors », précise Maëva Fézas.

### Les mathématiques, l'une des disciplines les moins féminisées

Des mathématiciennes pour casser les stéréotypes et inspirer les étudiantes. Car *Just Do Maths!* n'est pas qu'une simple exposition photo, elle est surtout un prétexte pour sensibiliser aux questions de parité en mathématiques et à la place des femmes dans cette discipline qui demeure l'une des moins féminisées de l'enseignement supérieur et de la recherche en France.

« En 2022, les femmes représentaient 22 % des effectifs d'enseignantes-chercheuses en mathématiques », confirme Catherine Goldstein, mathématicienne et historienne des mathématiques, lors d'une conférence tenue à l'IHES en parallèle du lancement de l'exposition *Just Do Maths!* dans ce lieu. La tendance ne semble d'ailleurs pas s'inverser, bien au contraire. « Les chiffres montrent que la situation est très stable en France. Dans les années 90, la part de femmes dans la discipline était déjà d'environ 22 % », précise l'historienne. Pour certaines branches, les effectifs sont même encore plus faibles. « Il y a quelques années, l'un de nos collègues, Christian Kassel, a affirmé que les enseignantes-chercheuses en mathématiques pures étaient une "espèce menacée" qui pourrait disparaître en 2050. »

### Une réforme « catastrophique » pour l'enseignement des maths



Mélanie Guenais, mathématicienne à l'Université Paris-Saclay et vice-présidente de la Société mathématique de France, dénonce, lors de son intervention à l'inauguration de l'exposition au Lumen en mars, une autre situation préoccupante due à la dernière réforme des lycées. Adoptée en 2018, cette réforme a supprimé l'enseignement obligatoire des mathématiques au lycée.

Ceci a eu pour effet de faire baisser le nombre d'élèves en parcours scientifique de plus de moitié pour les filles, « aggravant nettement les inégalités de genre. » Ainsi, la part des filles est retombée au niveau observé dans les années 60. « Nous sommes remontés soixante ans en arrière », constate Mélanie Guenais.

Si cette réforme a asséné un nouveau coup à l'enseignement de la discipline, le problème de non-parité dans les maths a de multiples racines. Les stéréotypes sont l'une d'entre elles, de même que le sexisme qui reste très prégnant, dénonce Mélanie Guenais. Le manque de femmes en maths et leur faible visibilité entraînent un manque de modèles féminins qui entretient aussi cette non-parité, selon Clémence Perronnet, sociologue et co-auteur de l'ouvrage *Matheuses – Les filles, avenir des mathématiques* (CNRS Editions, 2024), également invitée à donner une conférence à l'IHES en marge de l'exposition.

Lors d'une étude sociologique menée dans un camp d'été de maths, « deux tiers des filles présentes nous ont déclaré ne jamais avoir rencontré de femme chercheuse ou ingénieure », souligne-t-elle lors de son intervention. « Nous pensons qu'avoir des modèles, réels ou fictifs, auxquels s'identifier est une chose clé pour se projeter. Mais les modèles scientifiques féminins sont encore beaucoup trop rares et trop peu diversifiés. »

### L'exposition voyagera jusqu'en 2025

Avec ses dix portraits de mathématiciennes de tous horizons, *Just Do Maths!* entend combler ce manque. Et l'exposition itinérante n'en est qu'au début de son périple à travers les campus de l'Université, grâce aux différentes entités qui ont collaboré avec l'équipe de la GS Mathématiques pour donner une plus grande ampleur au projet.

Après une inauguration au Lumen et un passage à l'IHES et l'ENS Paris-Saclay, l'exposition sera accueillie à AgroParisTech (13 juin-5 juillet) et à CentraleSupélec (5 juillet-sept). Après la rentrée 2024 et jusqu'en mars 2025, elle passera ensuite à l'Institut de mathématiques d'Orsay, à la bibliothèque universitaire d'Orsay, sur le campus de l'UFR des sciences de Versailles et le campus de l'Université d'Évry.

L'ensemble des portraits est également à découvrir sur le site de l'Université.

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



● **Recherche**

**10** Sport et genre

**13** Les disques protoplanétaires

**18** Physiologie du muscle

**21** Édition du génome et agroécologie

● **Business & Innovation**

**16** Innover pour mieux bouger

# Sport et genre

## Quel bilan à l'approche des Jeux olympiques de Paris 2024 ?

10 500, c'est le nombre d'athlètes attendus aux Jeux olympiques (JO) de Paris 2024, dont autant de femmes que d'hommes. Il s'agit en effet de l'un des engagements de la prochaine olympiade : devenir les premiers jeux paritaires de l'Histoire. En 32 éditions, cela n'était encore jamais arrivé et pour cause : d'hier à aujourd'hui, le sport est loin de faire figure de bon élève en matière de parité et d'inclusion.

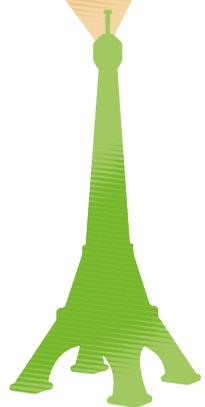
### Mots-clefs

Jeux olympiques

Test de féminité

Inclusion

**JO 2024**  
**10 500**  
athlètes  
**5 250** femmes  
**5 250** hommes



Les Jeux olympiques (JO) sont sans aucun doute l'un des plus grands événements sportifs au monde, tant en nombre de nations représentées et de sports pratiqués que de public captivé ou d'athlètes impliqués. Pour autant, les femmes n'y ont pas toujours été les bienvenues. Lors des premiers JO de l'ère moderne, organisés en 1896 à Athènes sous l'impulsion de Pierre de Coubertin, pas une seule femme ne figure parmi les 241 athlètes conviés. Il faut attendre l'olympiade suivante, à Paris en 1900, pour que des sportives y fassent leur entrée. Elles sont alors 22 - pour 975 hommes - à concourir dans six disciplines, dont le tennis et le golf.

Une première victoire ? Pas tout à fait, selon Florys Castan-Vicente, enseignante-chercheuse au laboratoire Complexité, innovation, activités motrices et sportives (CIAMS - Univ. Paris-Saclay/Univ. Orléans). « Leur présence n'est pas officiellement reconnue par le Comité international olympique (CIO) qui considère leurs épreuves comme des démonstrations. Elles ne gagnent d'ailleurs pas de médailles mais des diplômes », explique la socio-historienne. Ce n'est qu'à partir des JO de Londres en 1908 que le CIO officialise la participation des femmes. Cette année-là, elles sont 37 à concourir, représentant à peine 2 % des athlètes. Un taux très faible qui se maintient pendant plusieurs éditions.

### Une olympiade « impraticable, inintéressante, inesthétique »

Cette lente arrivée des sportives sur les terrains olympiques n'est pas le fruit du hasard. Elle illustre les obstacles auxquels les femmes sont très tôt confrontées pour accéder aux activités physiques. « Le sport est un "fief" de la virilité qui s'est construit sur l'exclusion des femmes et ce, depuis le début du 19<sup>e</sup> siècle. Ce sont des hommes qui ont fondé les premiers clubs sportifs et il était ouvertement écrit dans leurs statuts que les femmes en étaient exclues », confirme Anaïs Bohuon, enseignante-chercheuse et responsable de l'équipe Corps, sport, genre et rapports de pouvoir au CIAMS.

Au 19<sup>e</sup> siècle, les disciplines autorisées aux femmes se comptent sur les doigts d'une main. En revanche, les arguments pour limiter voire interdire la pratique féminine sont

« On prétend que le corps des femmes est un corps blessé. Il faut donc le confiner à l'inactivité pour le protéger et préserver ses capacités de procréation. » — Florys Castan-Vicente

nombreux. Certains invoquent des questions de pudeur ou de manque d'élégance. « Il y a aussi cette idée que voir une femme faire du sport est laid. C'est un argument qu'on retrouve régulièrement dans les écrits et les archives », ajoute Florys Castan-Vicente qui a consacré sa thèse aux liens entre activités physiques et féminismes en France.

À ces considérations morales et esthétiques s'ajoutent des arguments biologiques largement véhiculés par les discours médicaux et affirmant que les femmes sont trop faibles pour faire du sport. « C'est le mythe de l'éternelle blessée », renchérit l'enseignante-chercheuse. « On prétend que le corps des femmes est un corps blessé, malade en permanence. Il faut donc le confiner à l'inactivité pour le protéger et préserver ses capacités de procréation. » Tous ces arguments conduisent à l'époque à un rejet très actif des sportives, y compris de la part de Pierre de Coubertin qui juge qu'une « olympiade femelle serait impraticable, inintéressante, inesthétique et incorrecte. » Mais des voix s'élèvent contre cette exclusion, dont celle d'une figure méconnue de l'histoire du sport : la Française Alice Milliat.

Athlète passionnée devenue veuve à 24 ans, Alice Milliat « joue un rôle central dans l'institutionnalisation du sport féminin », résume Florys Castan-Vicente. En 1919, elle prend la tête de la Fédération des sociétés féminines sportives de France (FSFSF), avec laquelle elle organise des compétitions dans diverses disciplines. C'est ainsi que la première équipe de France féminine de football voit le jour. En 1921, la dirigeante franchit un nouveau pas avec la création de la Fédération sportive féminine internationale (FSFI). À deux reprises, Alice Milliat réclame auprès du CIO l'ouverture d'épreuves d'athlétisme aux femmes. En vain. Elle décide alors de prendre les choses en main.

En août 1922, avec la FSFI, elle organise à Paris la première édition des Jeux mondiaux féminins. L'événement rassemble 77 athlètes de cinq pays qui

s'affrontent dans différentes disciplines, dont l'athlétisme. « Ces premiers Jeux mondiaux féminins sont un succès et accueillent plus de 15 000 spectateurs », raconte la socio-historienne. C'est une première consécration pour Alice Milliat et sa fédération, qui renouvellent l'événement en 1926 à Göteborg, en Suède.

### L'affaire du 800 m femmes de 1928

Après d'intenses débats, le CIO décide finalement d'ouvrir cinq épreuves d'athlétisme aux femmes, dont le 800 mètres, aux JO de 1928 à Amsterdam. C'est l'Allemande Lina Radke qui remporte l'épreuve en 2 min 16 s 9, battant le record mondial. Ce n'est pourtant pas cet exploit qui défraye la chronique mais le « fâcheux spectacle de l'arrivée. » Les journaux décrivent des coureuses s'effondrant « à demi-mortes » sur la piste, en proie à « des vomissements » et « des crises de nerfs de première classe. » Sauf que les vidéos de l'épreuve montrent une scène bien différente.

On y voit les neuf concurrentes passer la ligne d'arrivée. Une seule s'écroule brièvement tandis que les autres apparaissent simplement épuisées par l'épreuve ou déçues de leur défaite. Selon Florys Castan-Vicente, ce 800 m fait l'objet d'une vraie campagne de désinformation : « aujourd'hui, on parlerait de fake news. Cette rumeur se répand à l'international comme une traînée de poudre, avec exactement les mêmes descriptions dans des journaux français, britanniques, australiens et new-yorkais. » Et la campagne de désinformation porte ses fruits. « Elle est utilisée comme une preuve de l'incapacité des femmes à courir sur de longues distances. » Suite à cela, le CIO et la Fédération internationale d'athlétisme interdisent aux femmes toute course supérieure à 200 m. Ce n'est qu'en 1960, à Rome, que l'épreuve féminine du 800 m fera son retour aux JO.

## INCLUSION DES FEMMES AUX JEUX OLYMPIQUES



Sous l'argument de leur prétendue infériorité biologique, « *ily a une sorte de désportivisation dans l'accès des femmes aux sports* », dénonce Anaïs Bohuon. « *On leur fait courir des distances plus courtes, on réduit le nombre de haies, on allège les poids. On leur interdit aussi tous les sports jugés trop violents* », pour lesquels on instaure des versions moins violentes, jugées plus adaptées aux femmes. « *La barette en est un bon exemple.* » Ce sport s'apparente au rugby à la différence notable que les placages y sont interdits.

**« On tente de définir ce que doit être une vraie femme par une infériorité physique par rapport aux hommes. »**

— Anaïs Bohuon

Malgré les nombreuses avancées du début du siècle, les années 30 enclenchent une forte régression, la faute à la crise économique internationale. « *Ily a aussi une montée des idéologies fascistes qui voient d'un très mauvais œil les sportives, leurs activités et leurs organisations indépendantes* », souligne Florys Castan-Vicente. La FSFI n'y survit pas. Les derniers Jeux féminins se tiennent en 1934 à Londres. Deux ans plus tard, la fédération met la clé sous la porte. Alice Milliat quitte la scène sportive. La Seconde Guerre mondiale marque le retour des restrictions pour les femmes, qui se voient interdire la pratique du football, du rugby, de la boxe et du cyclisme.

### Des « contrôles de sexe » pour les sportives

Après une longue période de vide, les années 60 marquent un renouveau dans la pratique sportive des femmes. Mais elles livrent aussi un nouvel exemple du traitement asymétrique des sexes dans le monde du sport. En 1966, les championnats d'Europe d'athlétisme à Budapest sont le terrain d'application d'une nouvelle mesure : le « contrôle de sexe. » Réservée aux sportives, la procédure vise à « *confirmer l'identité sexuée des concurrentes* » et a pour objectif affiché « *d'éviter la fraude en empêchant d'éventuels hommes de concourir chez les femmes* », explique Anaïs Bohuon dans l'ouvrage qu'elle consacre à ces « contrôles de sexe », plus tard appelés « tests de féminité. »

La création de ce contrôle reflète les critiques et les suspicions qui émergent

très tôt face aux performances féminines. « *Le sport est une discipline qui bouleverse et transforme les morphologies* », souligne l'enseignante-chercheuse. Chez les femmes, ces transformations ont toutefois une résonance particulière. Dès les années 20, des athlètes font l'objet d'un vrai « procès de virilisation » : leurs corps sont jugés trop puissants, trop musculeux, trop poilus... Pour certaines, les remarques vont jusqu'à remettre en doute leur appartenance au sexe féminin et les accuser de ne pas être de « vraies femmes. »

Le « contrôle de sexe » entend mettre fin aux polémiques. En 1966, il consiste en un examen gynécologique et des tests de force pour évaluer la puissance musculaire et la capacité respiratoire. « *C'est très révélateur* », relève Anaïs Bohuon. « *On demande aux sportives de présenter des aptitudes en deçà des capacités masculines. On tente donc de définir ce que doit être une vraie femme par une infériorité physique par rapport aux hommes.* » Mais c'est surtout la mise en pratique « *très humiliante* » du contrôle qui est pointée du doigt : les athlètes font la queue nues en attendant de montrer leurs organes génitaux à trois médecins, selon les témoignages recueillis par l'enseignante-chercheuse.

En 1968, ce contrôle est remplacé par le test dit du corpuscule de Barr qui vise à révéler la présence d'un second chromosome sexuel X. Les individus XX étant considérés génétiquement féminins et ceux XY comme masculins, l'examen est censé confirmer l'identité sexuelle des sportives. En 1992, le test du corpuscule de Barr, jugé trop peu fiable et sujet à de fausses interprétations, est remplacé par le test PCR/SRY, cherchant cette fois à établir l'absence d'un chromosome Y.

Ce nouveau test, comme le précédent, se heurte toutefois à une difficulté majeure face à l'intersexuation : certaines personnes se révèlent être X0, XXY ou XY avec une insensibilité (partielle ou totale) aux androgènes. Autant de particularités qui peuvent entraîner une « inadéquation » entre sexe génétique et apparence physique. Avec ces contrôles, « *les instances sportives se sont rendu compte de la difficulté*

*de déterminer le sexe d'une personne mais aussi de définir ce qu'est "une vraie femme" autorisée à concourir* », commente Anaïs Bohuon.

En bousculant les normes de sexe et de genre, « *l'intersexuation remet totalement en question la bi-catégorisation sexuée – la stricte séparation des sexes – sur laquelle s'est construit le monde sportif.* » Que faire de ces cas de différenciations sexuées ? Ces particularités confèrent-elles un avantage physique par rapport aux autres sportives ? Autant de questions auxquelles les débats peinent à répondre. Dans les années 2000, le CIO supprime les tests de manière systématique et obligatoire mais autorise à mener des examens en cas d'interrogation sur l'identité sexuée d'une sportive. C'est dans ce contexte qu'émerge le cas de Caster Semenya.

Cette jeune athlète sud-africaine s'illustre en 2009 aux championnats du monde d'athlétisme de Berlin où elle remporte le 800 m féminin en 1 min 55 s 45. Très vite, les commentateurs fusent : on juge ses épaules trop larges, sa voix trop grave, sa musculature trop importante... Les examens révèlent que Caster Semenya présente de l'hyperandrogénie, autrement dit une production jugée excessive de testostérone. Dès lors, « *pour la Fédération d'athlétisme, le CIO puis d'autres fédérations, c'est le sexe hormonal, donc le niveau de testostérone, qui va définir ce que doit être une vraie femme autorisée à concourir* », raconte Anaïs Bohuon. Sauf que « *la testostérone n'est pas l'hormone miracle dans la performance sportive. Et toutes les études ont de grandes difficultés à montrer que seule la testostérone permet aux athlètes d'exceller.* »

Malgré tout, les règlements ne font que se durcir depuis 2011. Alors qu'elle était initialement fixée à 10 nanomoles de testostérone par litre de sang (nmol/L), la limite est passée à 2,5 nmol/L pour certaines fédérations, dont celle d'athlétisme. Et les sportives présentant de l'hyperandrogénie se voient imposer des traitements pour baisser leur taux hormonal. Caster Semenya en a dénoncé les effets secondaires et a porté l'affaire en justice. « *Aujourd'hui, on a beaucoup de sportives qui ne seront pas aux JO cet été parce qu'elles n'acceptent pas les règlements qui imposent des traitements hormonaux sur des corps sains* », précise Anaïs Bohuon. Ces athlètes ne seront pas les seules à être privées de JO. Ce sera aussi le cas de sportifs et sportives transgenres.

Athènes 1896	0 %
Paris 1900	2,2 %
St. Louis 1904	0,9 %
Londres 1908	1,8 %
Stockholm 1912	2 %
Anvers 1920	2,4 %
Paris 1924	4,4 %
Amsterdam 1928	9,6 %
Los Angeles 1932	9,5 %
Berlin 1936	8,4 %
Londres 1948	9,5 %
Helsinki 1952	10,5 %
Melbourne 1956	11,3 %
Rome 1960	11,4 %
Tokyo 1964	13,2 %
Mexico 1968	14,2 %
Munich 1972	14,8 %
Montréal 1976	20,7 %
Moscou 1980	21,5 %
Los Angeles 1984	22,9 %
Séoul 1988	26,1 %
Barcelone 1992	28,9 %
Atlanta 1996	34 %
Sydney 2000	38,2 %
Athènes 2004	40,7 %
Pékin 2008	42,4 %
Londres 2012	44,2 %
Rio 2016	45 %
Tokyo 2020	47,8 %
Paris 2024	50 %

## PART DE FEMMES ATHLÈTES AUX JEUX OLYMPIQUES



### L'inclusion des athlètes transgenres en question

La terme « transgenre » (ou trans) qualifie une personne dont l'identité de genre, dans laquelle elle se reconnaît, ne correspond pas au genre qui lui a été assigné à la naissance. Une femme trans, par exemple, est une personne se définissant comme femme mais ayant été assignée homme à la naissance. À l'inverse, on parle de personnes « cisgenres » (ou cis) pour celles dont l'identité vécue et le genre assigné coïncident. Si elles le souhaitent, les personnes trans ont la possibilité de réaliser une transition pour faire correspondre leur apparence à leur identité de genre. Ceci peut inclure des actes médicaux comme une hormonothérapie et/ou une chirurgie de réassignation sexuelle.

« Le sport est un des espaces les plus désinvestis par les personnes trans parce que l'un des plus violents où rester après avoir transitionné. » — Lucie Pallesi

Si l'intersexuation et la transidentité sont deux choses différentes, elles soulèvent des débats similaires quant à l'inclusion des athlètes concernés. Des débats centrés autour de la même question : celle de l'avantage physique. Les femmes trans sont-elles avantagées comparées aux autres sportives ? « L'ensemble du milieu scientifique n'est pas d'accord », explique Lucie Pallesi, doctorant.e au CIAMS qui mène depuis cinq ans une thèse sur la transidentité dans le sport de haut niveau. « Le problème est que certains se basent sur des extrapolations d'études menées sur les hommes et les femmes. Mais une femme trans n'est pas un homme cis. Il existe des études sur des femmes trans et elles disent plutôt que l'avantage physique est réduit voire disparaît après la transition. »

Comme pour les athlètes intersexes, les règlements ont évolué au fil des années. Après avoir imposé aux femmes trans une hormonothérapie et une chirurgie de réassignation sexuelle, puis avoir défini un taux de testostérone limite, le CIO revoit sa copie et renonce finalement à fixer les critères imposés. En 2021, il publie un cadre dans lequel il reconnaît l'absence de consensus au sujet de l'impact de la testostérone sur les performances. Une première dans le paysage sportif.

« Après cette publication, on aurait pu s'attendre à une vague d'inclusion mais c'est l'inverse qui s'est produit », déplore Lucie Pallesi. Plusieurs fédérations, dont celles de rugby, d'athlétisme et de cyclisme, mettent à jour leurs règlements pour interdire aux femmes trans de concourir. « Ces règlements excluent toutes les femmes trans ayant connu une puberté masculine. Cela signifie qu'il faut transitionner avant l'âge de douze ans. Mais aucun pays ne permet actuellement de le faire si jeune. » Et il n'est pas exclu que d'autres fédérations s'engagent sur le même chemin.

Selon Lucie Pallesi, on recenserait à peine une centaine d'athlètes ouvertement transgenres concourant à haut niveau. L'haltérophile néo-zélandaise Laurel Hubbard est l'une d'entre elles et eux. À Tokyo, en 2021, elle devient la première athlète trans à concourir à une épreuve olympique, malgré une flopée de critiques. « Le sport est un des espaces les plus désinvestis par les personnes trans parce que l'un des plus violents où rester après avoir transitionné », souligne la doctorant.e du CIAMS.

Ne considérer que l'argument biologique, c'est « oublier toutes les conditions socio-économiques qui entrent en jeu. Pour une femme trans, une carrière dans le sport de haut niveau est très précaire », poursuit Lucie Pallesi. C'est aussi là que les débats font fausse route pour Anaïs Bohuon. Qu'il s'agisse de personnes intersexes, transgenres, de femmes ou d'hommes, la biologie ne fait pas tout dans les performances sportives. « L'avantage physique est une chose indéfinissable », affirme-t-elle. « Pour comprendre qui excelle dans le sport de haut niveau, il faut considérer un ensemble de composantes, biologiques mais aussi historiques, sociales, économiques, politiques, géographiques. » Le surf, qui sera présent aux JO de Paris 2024, en livre un exemple.

### Des surfeuses privées de vagues

Si le surf féminin connaît un essor grandissant depuis plusieurs années, ce n'est pas sans mal. « Aujourd'hui encore, de nombreuses compétitions de surf privées ne conviennent pas les surfeuses », appuie Anne Schmitt, chercheuse au CIAMS qui s'intéresse aux inégalités sexuées dans le surf et la voile. « Et il a fallu que les surfeuses se battent pour accéder à certaines d'entre elles. » C'est le cas à Mavericks, en Californie, l'un des spots les plus emblématiques au monde où les sportives n'ont pu accéder à la compétition qu'en 2018, soit dix-neuf ans après sa première édition.

Autre exemple avec le lieu choisi pour les prochaines épreuves olympiques de surf, qui se tiendront à Teahupo'o, à Tahiti.

L'endroit est connu pour ses vagues impressionnantes mais aussi dangereuses. « Il y a très peu de fond quand la vague se forme. Donc celles et ceux qui chutent ont de grandes chances de heurter le corail et de se faire de graves blessures », confirme la sociologue. Or, si la vague tahitienne est depuis longtemps intégrée au circuit professionnel masculin de surf, elle est retirée du circuit féminin en 2006 pour des questions de sécurité. Elle n'y est réintégréée qu'en 2019, suite au choix du lieu pour les JO 2024.

Ce détail n'est pas anodin pour Anne Schmitt. « On oublie trop souvent que les performances sont ancrées dans un contexte culturel et social. Lorsqu'on restreint la pratique des femmes pendant de longues années, on crée un retard », affirme-t-elle. « Cet été, si une femme fait une contreperformance à Teahupo'o, ce sera perçu comme un symbole de faiblesse et de non-légitimité alors qu'elle ne s'y entraîne que depuis deux ans, à côté des hommes qui surfent cette vague-là depuis plus de dix ans. »

Pour les surfeuses, les restrictions se cumulent à une autre difficulté : la réalité économique d'une carrière sportive. « Le surf coûte cher : il faut voyager autour du monde, transporter son matériel, payer ses inscriptions. S'entraîner demande aussi du temps et de bonnes conditions », détaille la sociologue. « Pour être rémunérée, l'un des moyens les plus efficaces est d'être sponsorisée. » Mais là encore, les opportunités sont moindres pour les sportives qui, pendant longtemps, ont dû composer avec le « cliché de la surfeuse sexy » entretenu par les sponsors. Enfin, les « prize money » sont une autre illustration des inégalités dans le surf : ce n'est que depuis 2019 que les surfeuses reçoivent des primes équivalentes à celles de leurs homologues masculins lorsqu'elles gagnent des compétitions.

Inégalité salariale, faible médiatisation, tenues imposées, commentaires sexistes, violences sexuelles, exclusion... Malgré des avancées réalisées ces dernières années dans ces domaines, les problématiques liées au genre restent nombreuses dans le monde du sport. Et les JO 2024 n'y feront pas exception. « Des jeux olympiques avec autant d'hommes que de femmes, c'est une grande progression », juge Florys Castan-Vicente. Mais « paritaire ne signifie pas égalitaire. »

D'ailleurs, cet été, il n'y aura toujours pas de femmes en lutte gréco-romaine, ni en décathlon. De leur côté, les hommes ne pourront toujours pas concourir individuellement en natation artistique, ni en gymnastique rythmique. Quant aux Jeux paralympiques, la parité n'y sera pas au programme, en raison du manque de para-athlètes féminines.

### Références

— Florys Castan-Vicente, *Un corps à soi ? Activités physiques et féminismes durant la « première vague » (France, fin du XIXe siècle-fin des années 1930)*.  
 — Anaïs Bohuon, *Le Test de féminité dans les compétitions sportives : une histoire classée X ?*, Éditions iXe, 2012.  
 — Anaïs Bohuon et Lucie Pallesi, *Ne plus se laisser prendre à leurs Jeux, Cahiers d'histoire*, 158 – 2023.  
 — Anne Schmitt et Anaïs Bohuon, *Et si le surfeur des plus grosses vagues au monde était une femme ? La subversion de la bi-catégorisation sexuée par les pionnières du surf*, iXe, Politix, 136 – 2021.

# Les disques protoplanétaires

## Dans l'œil du télescope James Webb

C'était il y a deux ans. Les 11 et 12 juillet 2022, le télescope spatial James Webb (JWST) dévoile ses premières images infrarouges de l'Univers, dont « la plus profonde et la plus nette jamais produite » selon la NASA. Le coup d'envoi des opérations scientifiques est alors donné pour l'observatoire spatial. Depuis, il ne cesse de livrer son lot de découvertes, notamment sur les disques protoplanétaires, ces disques de gaz et de poussières où se forment les planètes.

Le JWST devait ouvrir une nouvelle ère pour l'astronomie. Deux ans après avoir livré ses premières images, il semble déjà avoir tenu ses promesses aux yeux de la communauté scientifique qui étudie ses données. « À l'heure actuelle, nous cumulons plus de 150 heures d'observation de JWST. Cela représente environ 50 disques protoplanétaires observés, c'est un jeu de données exceptionnel », se réjouit Benoît Tabone, chercheur à l'Institut d'astrophysique spatiale (IAS – Univ. Paris-Saclay / CNRS).

Les disques protoplanétaires sont une des cibles auxquelles s'intéresse le JWST depuis sa mise en service. Ils sont au cœur du programme d'observation MINDS (MIRI mid-Infrared Disk Survey) qui rassemble une équipe internationale de scientifiques, dont Benoît Tabone et Alain Abergel de l'IAS ainsi que Pierre-Olivier Lagage du laboratoire Astrophysique, instrumentation et modélisation de Paris-Saclay (AIM – Univ. Paris-Saclay / CNRS/CEA/Univ. Paris-Cité).

Le laboratoire AIM et l'IAS font tous deux partie du consortium européen qui a assuré la conception, la construction et l'assemblage de l'un des instruments du JWST, le spectro-imageur MIRI (Mid-Infrared Instrument). Grâce à cela, ils bénéficient des programmes d'observation dits de temps garanti (Guaranteed Time Observations - GTO), auxquels appartient le programme MINDS. Ce dernier vise à explorer des disques protoplanétaires situés autour d'étoiles allant de la masse de notre Soleil (près de  $2 \times 10^{30}$  kg) jusqu'à des masses dix fois plus faibles.

### Des nuages moléculaires à la naissance des étoiles et des planètes

Si les disques protoplanétaires intéressent autant les scientifiques, c'est qu'ils constituent un maillon essentiel du cycle de vie des étoiles et de la formation des systèmes planétaires. C'est en effet à l'intérieur même de ces disques que naissent les planètes.

Tout commence au sein des nuages moléculaires, d'immenses nuages composés d'un mélange dense de gaz et de poussières. Sous l'effet d'une perturbation, certaines parties du nuage sont susceptibles de perdre leur stabilité et s'effondrent sur elles-mêmes. Elles produisent alors des embryons d'étoile appelés protoétoiles. « Ces objets sont âgés de seulement quelques dizaines voire une centaine de milliers d'années. Pour une étoile, cela représente l'équivalent d'à peine quelques heures de vie humaine », précise Benoît Tabone.

À ce stade, la protoétoile est encore entourée d'un amas de gaz et de poussières, qui continue de s'effondrer sur elle, formant un cocon très dense. Au cours des centaines de milliers d'années suivantes, l'embryon grossit en se nourrissant de la matière en effondrement. Progressivement, la température et la pression augmentent à l'intérieur de la protoétoile jusqu'à amorcer en son cœur les réactions de fusion nucléaire, et l'embryon devient une étoile. C'est durant ce même processus que se forme le disque protoplanétaire à partir du mélange de gaz et de poussières qui tourne autour du jeune astre.

D'après les observations, ce disque peut atteindre un diamètre de quelques centaines à un millier d'unités astronomiques (une U.A. vaut environ 150 millions de kilomètres) pour une masse de 0,001 à 0,3 masse solaire. Mais sa structure n'est pas uniforme : son épaisseur varie en fonction de la distance avec l'étoile centrale, ce qui lui donne une forme de nœud papillon. Sa densité et sa température fluctuent également en fonction de cette distance. Les scientifiques distinguent ainsi le disque interne, soit le plus proche de l'étoile, du disque externe.

Un disque protoplanétaire survit plusieurs millions d'années et c'est durant ce laps de temps que les planètes se forment. Ce même enchaînement d'événements est d'ailleurs à l'origine du Soleil et du système solaire. Il y a environ 4,6 milliards d'années, un nuage moléculaire s'est effondré sur lui-même et a donné naissance à un embryon de soleil et à un disque protoplanétaire. Puis la matière s'est progressivement agrégée pour former la Terre et les sept autres planètes du système solaire.

Mais comment les planètes se forment-elles exactement dans un disque ? Dans quelles conditions ? Et pourquoi certaines régions forment-elles des planètes rocheuses, comme la Terre, tandis que d'autres produisent des géantes gazeuses, comme Jupiter ? C'est ce que tentent aujourd'hui de déterminer les astrophysiciennes et astrophysiciens à partir de l'étude des disques.

### Mots-clefs

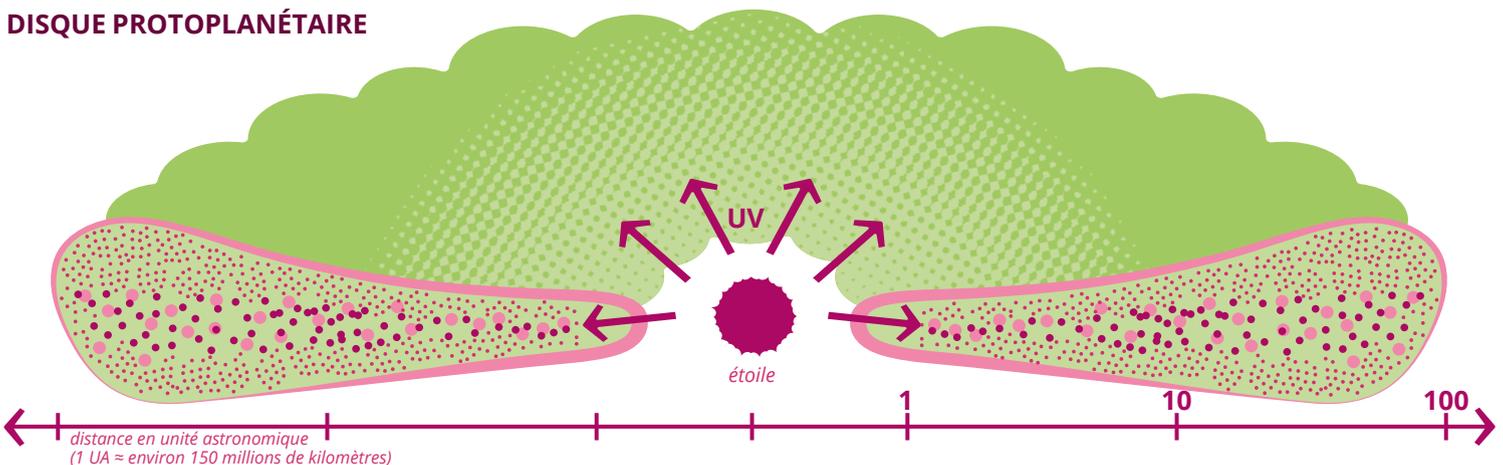
JWST

Nuage moléculaire

Étoiles

Planète

### DISQUE PROTOPLANÉTAIRE



## La matière des disques révélée en détails grâce au JWST

Le concept de disque protoplanétaire comme berceau des planètes remonte au 18<sup>e</sup> siècle. Mais ce n'est qu'à la fin du 20<sup>e</sup> siècle que les scientifiques obtiennent un réel aperçu de la structure de ces disques. Après de premières données dans le domaine millimétrique, Hubble devient, en 1992, le premier télescope à résoudre spatialement des disques autour des étoiles d'une nébuleuse située à un milliard d'années-lumière (9,46 x 10<sup>12</sup> km) de la Terre.

Tout s'accélère avec le lancement du télescope ISO (*Infrared Space Observatory*) en 1995, puis Spitzer en 2003, et le déploiement, en 2011, d'ALMA (*Atacama Large Millimeter Array*), le réseau d'antennes installées dans le désert d'Atacama, au Chili. « *La formation des planètes est un sujet très actif, comptant beaucoup de théories. Ce n'est qu'au cours des dix dernières années que les télescopes sont devenus suffisamment puissants pour scruter les disques les plus proches de nous, à au moins 300 années-lumière* », commente Benoît Tabone. Comme ISO puis Spitzer, dont la mission s'est achevée en 2020, le JWST opère dans le domaine de l'infrarouge, jusqu'à des longueurs d'onde de 27 microns (µm), mais avec une sensibilité 100 fois supérieure. De quoi ouvrir un nouvel âge d'or de l'observation des disques protoplanétaires. « *La force du JWST est d'observer du gaz plus chaud (100-500 °C), dans la zone du disque proche de l'étoile, y compris dans des régions où des planètes semblables à la Terre sont supposées se former* », éclaire l'astrophysicien.

La force du JWST réside notamment dans son instrument MIRI. Ce bijou technologique se compose de deux éléments distincts, dont l'imageur MIRIm, et un spectromètre de moyenne résolution à intégrale de champ, MRS. Véritable « machine chimique », cet instrument analyse les molécules présentes dans le disque et qui modifient la lumière émise par l'étoile. Le résultat prend la forme d'un spectre d'émission où chacune des molécules s'illustre par une signature caractéristique. « *Grâce à MRS, toutes les raies du spectre sont beaucoup plus fines, on voit beaucoup plus de détails et on peut avoir accès à tout le contenu moléculaire du gaz* », confirme Benoît Tabone. Le cas de GW Lup, une jeune étoile de faible masse située à environ 500 années-lumière dans une région appelée Lupus 1, livre un premier exemple des capacités de l'instrument du JWST.

En analysant son spectre d'émission, l'équipe de MINDS obtient un aperçu des conditions chimiques et physiques existant au sein du disque interne entourant l'étoile. Elle y détecte la présence de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), d'eau (H<sub>2</sub>O), de cyanure d'hydrogène (HCN), d'acétylène (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) et d'hydroxyle (OH). Elle y observe également un isotope du dioxyde de carbone, le <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>. Une première dans un disque protoplanétaire.

Autre cas plus surprenant issu du même programme : celui de J160532, une étoile dix fois moins massive que le Soleil et située à environ 500 années-lumière dans

le groupe d'étoiles Scorpion-Centaure. Lorsque les astronomes braquent le spectromètre de MIRI sur le disque entourant l'astre, elles et ils obtiennent un spectre plutôt inhabituel. « *Nous avons découvert que le disque est étonnamment riche en hydrocarbures* », explique le chercheur de l'IAS. Le spectre révèle une quantité très importante d'acétylène (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) mais aussi deux molécules jusqu'alors inconnues dans les disques : le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) et le diacétylène (C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>). À l'inverse, l'eau et le dioxyde de carbone, pourtant régulièrement détectés dans d'autres disques, apparaissent en quantité faible.

## Quel disque pour quel système planétaire ?

Toutes ces découvertes sont précieuses pour les astronomes. Car déterminer la composition chimique des disques est crucial pour mieux comprendre le processus de formation des planètes. Ceci servirait par exemple à établir un lien avec d'autres paramètres, comme la composition de l'atmosphère des exoplanètes. « *Imaginez que l'on révèle une région très riche en carbone dans une certaine zone du disque, autour de toutes les étoiles, et que l'on trouve parallèlement des planètes gazeuses, très riches en carbone. Ceci indiquerait que ces planètes ont accru leur masse dans cette région précise* », illustre Benoît Tabone. Mais la situation semble loin d'être aussi simple.

Un des constats faits par le programme MINDS est que les disques affichent en réalité une composition chimique d'une étonnante diversité. « *Lorsque l'on regarde les spectres d'émission de deux disques, ils sont toujours différents. Tandis que l'un est riche en hydrocarbures et pauvre en oxygène, l'autre est pauvre en gaz mais riche en grains de silicate... À chaque fois, l'histoire est assez différente* ». Or, des disques différents impliquent nécessairement des systèmes planétaires différents. Comment savoir alors quel disque a produit quel système de planètes ? C'est ce que les scientifiques espèrent comprendre en faisant appel à l'approche statistique.

« *À partir de l'échantillon observé, l'objectif est de jauger et de quantifier les différences pour essayer d'extraire des similarités ou des régularités dans les propriétés de ces disques. Par exemple, les disques autour des étoiles de faible masse sont-ils généralement très riches en hydrocarbures ? Les disques autour des étoiles de plus fortes masses sont-ils plus riches en oxygène ? L'approche statistique va nous aider à établir des liens* », explique l'astrophysicien.

## Un « laboratoire interstellaire » dans la barre d'Orion

Dans l'oeil du JWST, un autre disque fait office de « laboratoire interstellaire ». Il se nomme d203-506 et se trouve dans la barre d'Orion, à 1350 années-lumière, au sein d'une des pouponnières d'étoiles les plus proches de la Terre et donc les plus étudiées. L'objet d203-506 diffère des disques précédemment évoqués par une caractéristique importante : c'est ce que les astronomes appellent un proplyd, un disque protoplanétaire irradié. En effet, il est exposé au puissant rayonnement ultraviolet émis par les étoiles massives de

l'amas du Trapèze, situées à proximité. Ces astres sont 30 fois plus massifs et 200 000 fois plus lumineux que le Soleil. Autant dire qu'ils imposent des conditions extrêmes à tous les objets dans leur voisinage.

Ces régions exposées aux radiations d'étoiles massives sont la cible d'un autre programme du JWST : PDRs4All (ou *Radiative feedback from massive stars as traced by multiband imaging and spectroscopic mosaics*), dont Émilie Habart, responsable de l'équipe astrophysique de la matière interstellaire (AMIS) de l'IAS, est une des trois co-PI (principale investigatrice). Pendant les cinq premiers mois d'activité du télescope, les scientifiques ont capturé des données au sein de la barre d'Orion. Et d203-506 y apparaît sous un nouveau jour.

Dans le cas présent, ce n'est pas le disque en lui-même qu'observe le JWST mais le gaz « photoévaporé » qui en sort. « *À cause du rayonnement UV de l'étoile massive, une partie du gaz se retrouve arrachée du disque et s'en échappe sous la forme d'un vent* », décrypte Marion Zannese, doctorante de l'équipe AMIS de l'IAS impliquée dans le programme PDRs4All. Et ce vent s'échappe vite, très vite. L'analyse du dihydrogène présent montre que le disque d203-506, dont la masse estimée représente dix fois celle de Jupiter (1,9 x 10<sup>29</sup> kg), perd l'équivalent de 10<sup>-8</sup> à 10<sup>-6</sup> masse solaire par an. Autrement dit, en moins d'un million d'années, le disque perdrait la quasi-totalité de son gaz.

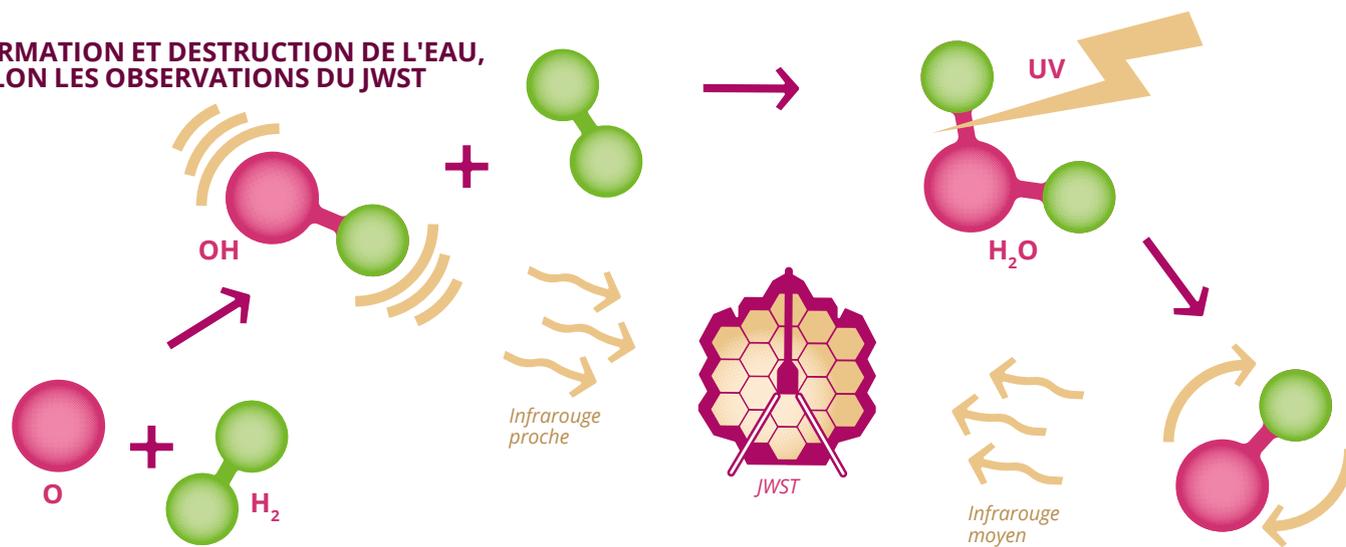
« *Avec un tel taux de pertes, le disque n'aura probablement pas le temps de former une planète géante gazeuse comme Jupiter* », précise l'astrophysicienne. Cet exemple suggère que les étoiles massives joueraient un rôle non négligeable dans les processus de formation des planètes au sein des disques qu'elles irradient.

## L'équivalent d'un océan terrestre détruit et formé par mois

Le vent de gaz capté par les instruments du JWST fournit aussi d'autres informations sur les réactions en cours au sein de d203-506. « *La matière du vent n'a pas les mêmes caractéristiques que celles du disque. Sa densité est beaucoup plus faible, sa température est sans doute différente aussi. Mais les atomes présents sont les mêmes que dans le disque* ». C'est ici que réside tout l'intérêt de l'étude de ce gaz. En disséquant les spectres de lumière infrarouge livrés par MRS, l'équipe de PDRs4All met en évidence un cycle de l'eau. « *Ce n'est pas vraiment l'eau que nous observons* », précise Marion Zannese, qui a dirigé les travaux. « *Nous détectons une molécule qui est caractéristique de la présence d'eau dans ce disque : l'hydroxyle (OH)* ». »

Au-delà de cette simple molécule, c'est une réaction en deux étapes qui est mise en évidence. Lorsqu'une molécule d'eau (H<sub>2</sub>O) est photodissociée - détruite sous l'action d'un rayonnement UV -, elle produit une molécule de OH sous un état d'excitation extrême. « *Cette molécule tourne très vite sur elle-même, tellement vite qu'elle est prête à se casser, elle aussi. Son état d'excitation redescend ensuite pallier par pallier* ». »

## FORMATION ET DESTRUCTION DE L'EAU, SELON LES OBSERVATIONS DU JWST



Durant ce processus, la molécule de OH produit un spectre très caractéristique et c'est précisément lui qu'expose le vent de d203-506. « C'est quelque chose que nous avons déjà détecté ailleurs mais c'est la première fois que nous observons des raies particulièrement excitées avec le JWST. » En plus d'attester de cette réaction, les résultats permettent de quantifier la quantité d'eau détruite par unité de temps. « À partir de l'intensité des raies, nous calculons que l'équivalent d'un océan terrestre, soit environ la totalité des molécules d'eau des océans sur Terre ( $5 \times 10^{46}$ ), est détruit chaque mois dans ce disque », explique Marion Zannese.

Un second spectre de OH, capté dans l'infrarouge proche, témoigne, lui aussi, d'un état d'excitation particulier, mais il reste à identifier lequel. Une collaboration avec des physiciens et physiciennes espagnoles apporte les pièces manquantes. « Ces scientifiques réalisent des calculs pour déterminer dans quel état quantique l'hydroxyle se trouve lorsqu'il se forme en phase gazeuse. En astrophysique, ce sont des calculs que nous sommes incapables de faire », souligne la doctorante. Les calculs faits, plus aucun doute ne subsiste : ce spectre caractéristique traduit une réaction entre de l'oxygène et du dihydrogène moléculaire ( $H_2$ ), autrement dit la première étape vers la formation d'une molécule d'eau. Une fois quantifiée, la réaction apparaît plus importante que le phénomène de photodissociation. En conclusion : si l'équivalent d'un océan terrestre apparaît détruit chaque mois au sein du disque d203-506, il y serait aussi reformé.

Cette découverte n'est pas sans implication sur la formation des planètes au sein des disques. Elle pourrait aussi aider à mieux comprendre l'origine de l'eau sur Terre et notamment l'abondance en deutérium  $^2H$  – un isotope de l'hydrogène – dans les océans terrestres.

### Mêler les spécialités pour exploiter les données du JWST

Montrer ce dont le télescope est capable et développer des outils pour aider la communauté scientifique à exploiter ses données, tels sont les principaux objectifs des programmes initiaux ERS (*Early Release Science*) du JWST, dont PDRs4All fait partie. Si la détection de ce cycle de l'eau ouvre une nouvelle voie dans la

caractérisation de la matière présente dans les disques, elle démontre aussi l'importance pour les astrophysiciennes et les astrophysiciens de travailler main dans la main avec des spécialistes d'autres disciplines.

À l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay (ISMO – Univ. Paris-Saclay/CNRS), des scientifiques planchent aussi sur les données de JWST. « Nous menons en laboratoire des expériences ayant pour but de reproduire les conditions dans l'espace et ainsi analyser les observations faites par des télescopes », confirme Emmanuel Dartois, responsable de l'équipe Systèmes moléculaires, astrophysique et environnement (SYSTEMAE) à l'ISMO.

Grâce à ces expériences, Bérenger Gans, Marie-Aline Martin, Ugo Jacovella et Laurent Couvert de l'ISMO, au sein d'une collaboration internationale, contribuent à une autre découverte dans le disque d203-506. Au centre de cette étude : une bande particulière apparue autour de  $7 \mu m$  dans le spectre d'émission du disque. Après avoir réalisé des modèles et écarté toutes les molécules classiques tombant dans cette région spectrale, le verdict tombe : il s'agit du cation méthyle ( $CH_3^+$ ). « Le spectre de  $CH_3^+$  n'était pas connu. Il n'était pas mesuré en laboratoire de manière précise. Il a donc fallu faire des efforts pour confirmer que c'était une hypothèse plausible puis faire une attribution fine », appuie Emmanuel Dartois.

C'est la première fois que le cation  $CH_3^+$  est observé en dehors du système solaire. « Détecter cette molécule dans le milieu interstellaire constitue un réel tournant parce que nous pensons depuis très longtemps que  $CH_3^+$  est à l'origine de beaucoup d'autres espèces d'hydrocarbures », précise Marion Zannese. « Cette détection, très intéressante, nous permet de vérifier si tous les hydrocarbures en phase gazeuse sont bien formés à partir de cette espèce. »

### Une histoire reconstruite brique par brique

Du cation méthyle, du benzène, un cycle de l'eau... Après seulement deux ans de collecte de données, le JWST offre une riche moisson de découvertes sur les disques protoplanétaires et la formation des planètes. Mais le télescope spatial remonte l'histoire un peu plus loin. « JWST nous permet de sonder plus profondément les

régions et d'observer des étapes que nous ne voyions pas avant », complète Emmanuel Dartois, qui participe à un autre programme, Ice Age, dont la PI principale est Melissa McClure (Pays-Bas). Ce programme s'intéresse aux grains de poussière froids présents dans le nuage moléculaire durant le processus de formation stellaire, c'est-à-dire avant l'apparition du disque protoplanétaire. « Avec la spectroscopie du JWST, nous pouvons par exemple mesurer à distance la taille des grains glacés du nuage. »

## « Détecter la molécule $CH_3^+$ dans le milieu interstellaire constitue un réel tournant. »

— Marion Zannese

Ces grains ont beau mesurer à peine un micron, le paramètre a son importance. « La croissance des grains modifie beaucoup de choses au sein du nuage moléculaire, y compris dans la formation des planètes. Là est l'objectif de nos recherches : déterminer les conditions initiales pour mieux comprendre l'évolution vers les étapes suivantes. » De brique en brique, c'est toute l'histoire des étoiles et des systèmes planétaires de l'Univers qui se reconstruit grâce au JWST et ses instruments. « Et ce n'est que le début », conclut le chercheur.

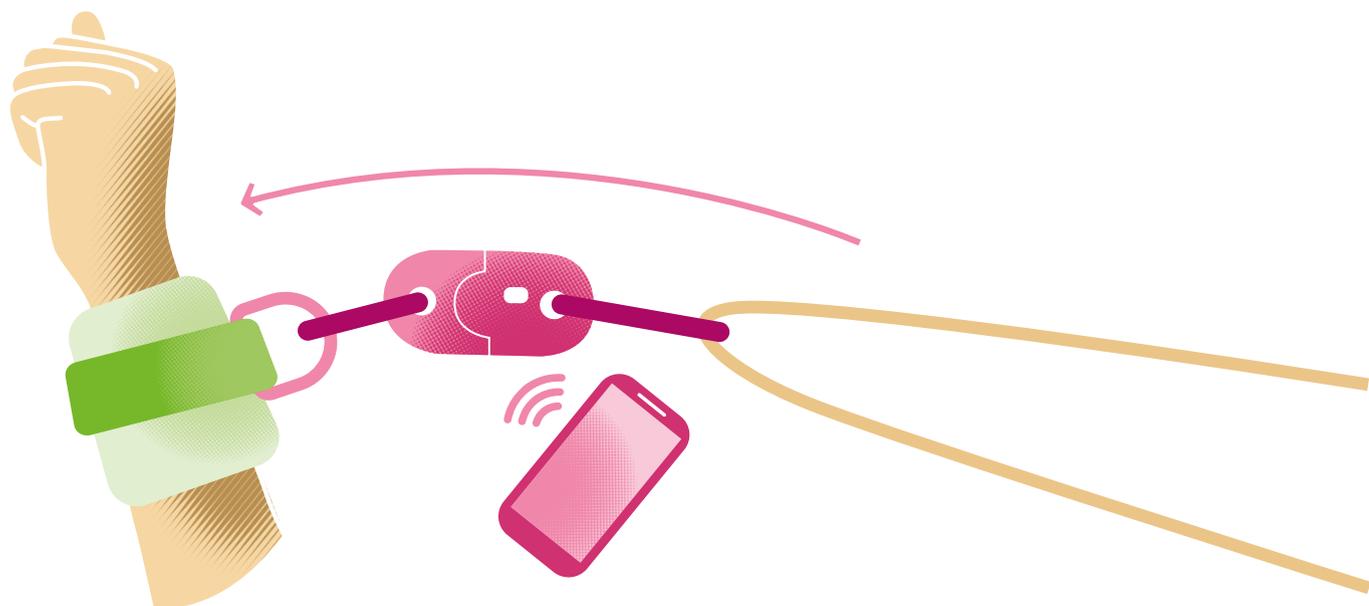
### Références

- Tabone *et al.*, A rich hydrocarbon chemistry and high C to O ratio in the inner disk around a very low-mass star, *Nature Astronomy*, 2024.
- Berné *et al.*, A far-ultraviolet driven photoevaporation flow observed in a protoplanetary disk, *Science*, 2024.
- Zannese *et al.*, OH as a probe of the warm water cycle in planet-forming disks, *Nature Astronomy*, 2024.
- Dartois *et al.*, Spectroscopic sizing of interstellar icy grains with JWST, *Nature Astronomy*, 2023.

# Innover pour mieux bouger

## Les start-up révolutionnent la rééducation et la mobilité

Alors que les Jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024 approchent, les start-up de l'écosystème de l'Université Paris-Saclay s'engagent avec passion dans l'amélioration de la pratique et de la performance sportive, et de la rééducation pour les personnes aux besoins spécifiques. Ces start-up œuvrent et collaborent avec des professionnels de santé, des athlètes et le milieu sportif pour façonner l'avenir du sport et de la mobilité, en intégrant des méthodes scientifiques et technologiques de pointe. Voici un focus sur trois start-up issues des laboratoires de l'Université et/ou créées par des alumni.



### Kinvent

#### La rééducation 2.0 pour une motivation et une performance maximales

Fondée il y a sept ans par Athanase Kollias, alumnus de CentraleSupélec, la start-up Kinvent se spécialise dans les domaines de la thérapie physique et de la biomécanique appliquée au sport. Elle aide les professionnels de la rééducation et du sport à gonfler la motivation de leurs patientes et patients, et à évaluer les progrès de leur rééducation grâce à des dispositifs innovants de mesure et d'entraînement améliorant le mouvement.

« Pendant mes dix années de sport de haut niveau, je passais plus de temps avec mon kiné qu'avec mon coach. Mais comme je ne trouvais pas la rééducation très intéressante, je n'allais pas jusqu'au bout du processus », se souvient Athanase Kollias, fondateur et CEO de la start-up Kinvent. C'est en partant de son expérience personnelle que l'idée de créer Kinvent lui vient. En travaillant en étroite collaboration avec les professionnels de santé et l'écosystème sportif, la start-up propose aujourd'hui une gamme d'instruments capables de motiver les patientes et

patients et de les encourager dans leur rééducation, de suivre leur progression et de personnaliser les programmes de rééducation et de performance.

« Nous avons mis en place une application qui se connecte à huit capteurs et permet d'évaluer et d'entraîner un patient ou une patiente, ou un sportif ou une sportive, dans le cadre d'une rééducation », explique Athanase Kollias. Ces capteurs connectés à l'application servent notamment à mesurer de façon précise la force, l'équilibre ou encore l'amplitude d'un mouvement. L'application fournit des données en temps réel pour suivre l'évolution des patientes et patients, avec des protocoles et des activités pré-réglées, comme des exercices et des jeux vidéo, ce qui favorise leur engagement continu dans leur rééducation. Avec sa solution, Kinvent cible également les sportifs et sportives de haut niveau, en France et à l'international, et noue avec eux et elles des partenariats, comme avec le footballeur international français Raphaël Varane.

Pour Athanase Kollias, le soutien de l'écosystème de Paris-Saclay, notamment de CentraleSupélec et de l'incubateur IncubAlliance, a été crucial dans le développement de sa start-up. Pendant près d'un an et demi, IncubAlliance a accompagné Kinvent dans la structuration de son projet et ses premiers contacts avec le marché.

Après avoir réalisé une levée de fonds de 16 millions d'euros début 2024, Kinvent se prépare maintenant à investir le marché américain et a initié un projet de R&D sur du *machine learning*. Grâce à cette technologie et à sa base de données, la start-up va un cran plus loin dans l'accompagnement des kinésithérapeutes en optimisant les programmes de rééducation, offrant ainsi le meilleur traitement à chaque patient et patiente.

<https://physio.kinvent.com/fr/>

# ARRoW CP

## La réalité augmentée au service de la rééducation à la marche

Issu d'une collaboration entre le laboratoire Informatique, bio-informatique, systèmes complexes (IBISC - Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Évry) et la Fondation Ellen Poidatz, ARRoW CP est le premier jeu vidéo actif de rééducation à la marche en réalité augmentée. Il est destiné à améliorer les capacités de marche des enfants présentant un handicap moteur d'origine neurologique.

Le développement du projet a démarré durant la thèse d'Anne-Laure Guinet, kinésithérapeute, menée sous la direction de Samir Otmane et Guillaume Bouyer, enseignants-chercheurs au laboratoire IBISC, et d'Éric Desailly, directeur du Pôle R&I de la Fondation Ellen Poidatz.

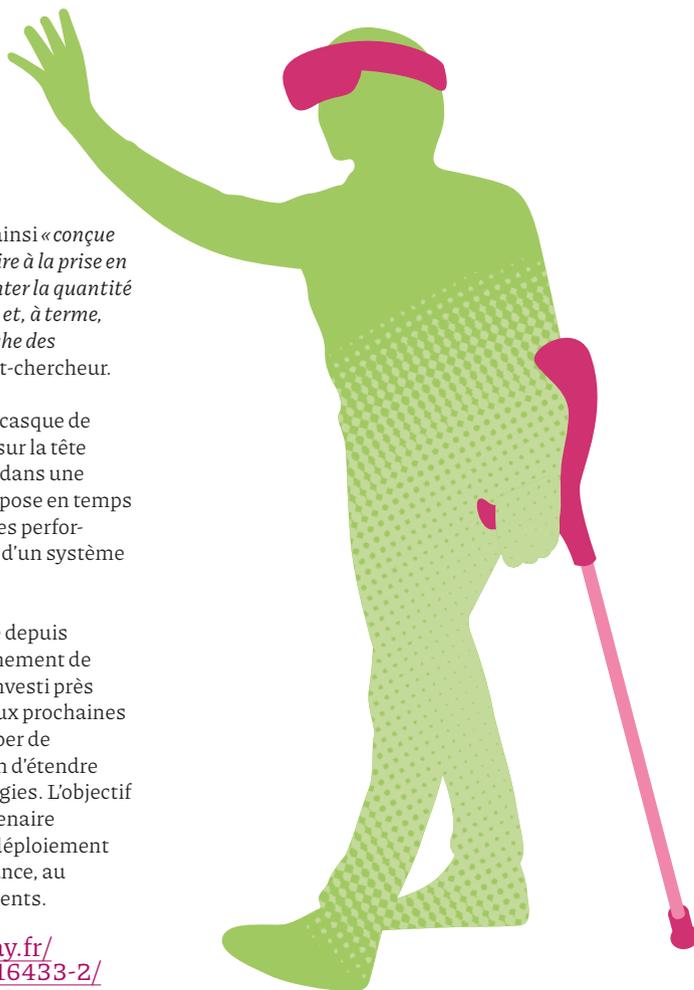
Ce qui a incité ces recherches, c'est la volonté d'améliorer les pratiques dans le domaine de la rééducation à la marche, en s'appuyant sur les besoins et les attentes des patientes, des patients et des thérapeutes de la Fondation Ellen Poidatz. « La solution ARRoW est une réponse au manque de motivation sur le long terme des enfants vis-à-vis de cette rééducation, mais aussi à la difficulté pour les thérapeutes de mesurer les progrès des enfants », explique

Samir Otmane. ARRoW est ainsi « conçue comme un outil complémentaire à la prise en charge actuelle, afin d'augmenter la quantité et l'intensité de la rééducation et, à terme, améliorer la qualité de la marche des enfants », précise l'enseignant-chercheur.

Le dispositif comprend un casque de réalité augmentée qui, placé sur la tête du jeune patient, l'embarque dans une aventure mobile. L'enfant dispose en temps réel de renseignements sur ses performances de marche au moyen d'un système de récompenses motivantes.

L'équipe ARRoW bénéficie depuis janvier 2024 d'un accompagnement de la SATT Paris-Saclay, qui a investi près de 400 000 euros. Sur les deux prochaines années, le but est de développer de nouvelles fonctionnalités afin d'étendre la solution à d'autres pathologies. L'objectif final étant de trouver un partenaire industriel afin d'accélérer le déploiement de cet outil numérique en France, au bénéfice des patientes et patients.

<https://satt-paris-saclay.fr/vitrine-technologique/16433-2/>



## MooveToi

### Vivre le sport autrement : quand activité physique rime avec accessibilité et divertissement !



Fondée en 2022 par Sterenn Poulhès, Alexandre Lamaison et Néva Béraud-Peigné, doctorante à l'Université Paris-Saclay et attachée au laboratoire Complexité, innovation, activités motrices et sportives (CIAMS - Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Orléans) et à l'Institut des sciences du sport-santé de Paris (I3SP - Univ. Paris Cité), la start-up MooveToi vise à rendre l'activité physique accessible et ludique pour les personnes aux besoins spécifiques : personnes âgées, atteintes de maladies chroniques, en situation de handicap, etc.

Basketteuse dans l'âme, Néva Béraud-Peigné avait à cœur de proposer à sa cible une offre différente. « On veut sortir de l'offre d'activité physique conventionnelle, notamment pour les seniors. Au lieu de leur proposer de faire de la marche ou du yoga, nous leur suggérons le basket ou la boxe, mais d'une manière adaptée », explique la doctorante. Des tests physiques et

cognitifs précèdent et suivent tous les programmes proposés, pour mieux s'adapter aux utilisateurs et utilisatrices. Chaque programme remplit ainsi des objectifs divers, tels que la prévention du risque de chute, la stimulation des fonctions cognitives ou encore l'amélioration du sentiment de compétences et d'appartenance.

Depuis sa création, la start-up a été lauréate de plusieurs prix grâce au diplôme interétablissements étudiant-entrepreneur (D2E) du Pépité PEIPS que Néva a obtenu. Et l'aventure n'est pas près de se terminer pour MooveToi. Lauréate d'un prix Talents 2024 permettant de développer des projets en lien avec les Jeux olympiques de Paris 2024, la start-up sera présente cet été sur plusieurs lieux de festivités en Île-de-France.

<https://moovetoi.fr/>

# Physiologie du muscle

## Fonctionnement, thérapies et autres mystères

Au nombre de 639 dans l'entièreté du corps humain, les muscles squelettiques sont des organes dont la fonction première est la contraction. Composés de fibres musculaires regroupées en faisceaux, les muscles rendent possible le mouvement ou la résistance à une force extérieure du corps humain. Lors de la contraction, la taille des fibres musculaires diminue et avec elle celle du faisceau, puis ainsi celle du muscle. Comment fonctionne cette machinerie complexe ? Quelles sont les pathologies affectant les cellules musculaires et comment les traiter ?

### Mots-clefs

Contraction  
—  
Adénosine triphosphate (ATP)  
—  
Glucose  
—  
Créatine  
—  
Lactate

La contraction du muscle débute par une excitation préalable des fibres musculaires par des motoneurons, à l'interface entre muscle et système nerveux. Cette excitation provoque un glissement de fibres musculaires les unes contre les autres, à l'origine d'une contraction et d'un durcissement du muscle, et inversement, de la détente de l'organe. Au cœur de ce mécanisme complexe, se trouve un carburant essentiel : l'adénosine triphosphate (ATP), un nucléotide qui, par son hydrolyse, fournit notamment l'énergie nécessaire au mécanisme de contraction des cellules musculaires. L'ATP est quant à elle synthétisée par voie aérobie (impliquant l'oxygène provenant du système respiratoire), anaérobie lactique ou alactique. Les deux premières voies métaboliques consomment du glucose tandis que la dernière voie utilise de la créatine lors d'exercices intenses.

Au cours de la voie anaérobie lactique, le glucose (provenant directement du muscle, du système sanguin ou du foie) est dégradé en pyruvate : c'est la glycolyse. Ce pyruvate obtenu est ensuite le sujet d'une nouvelle réaction chimique conduisant à la formation de lactate. Pendant longtemps, le lactate a été estampillé déchet toxique

pour le muscle. Il faut attendre 1986 et les travaux de George Brooks, chercheur au sein de l'université de Berkeley, en Californie (États-Unis), pour démontrer le rôle de « navette » du lactate entre différents sites musculaires. Le lactate est majoritairement produit par les fibres musculaires rapides et utilisé comme un substrat énergétique utilisé par les fibres lentes lors de la contraction.

### Percer le secret des perturbations métaboliques engendrées par l'exercice physique

Au sein du Laboratoire de biologie de l'exercice pour la performance et la santé LBEPS - Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Évry/Service de santé des armées), Claire Thomas-Junius s'intéresse notamment à la voie anaérobie lactique et aux perturbations métaboliques entraînées par les réactions chimiques de cette voie métabolique. « Lors d'un exercice intense, la demande énergétique des muscles est satisfaite par la dégradation des glucides. Ce processus s'accompagne d'une production de lactate, d'une accumulation de phosphate inorganique et d'ions hydrogène ( $H^+$ ), ainsi qu'une diminution de la concentration des ions bicarbonates dans l'organisme : il se

produit alors une acidose métabolique, un phénomène naturel résultant de la production d'énergie par la transformation des glucides. Mes travaux consistent à comprendre les effets de ces perturbations métaboliques sur l'organisme et sur l'apparition de la fatigue », explique la chercheuse, directrice du LBEPS. « Pendant longtemps, le consensus était que le lactate était toxique, que cette molécule générerait des crampes. Or, ce lien entre crampes et lactate n'a jamais été prouvé. Le paradigme autour du lactate change : celui-ci est considéré comme faisant partie des exerkins, un groupe de molécules produites durant l'exercice aux effets positifs sur le muscle. De plus, le lactate est un substrat, recyclé durant l'effort, économisant ainsi les réserves en glucose du corps humain », précise la chercheuse.

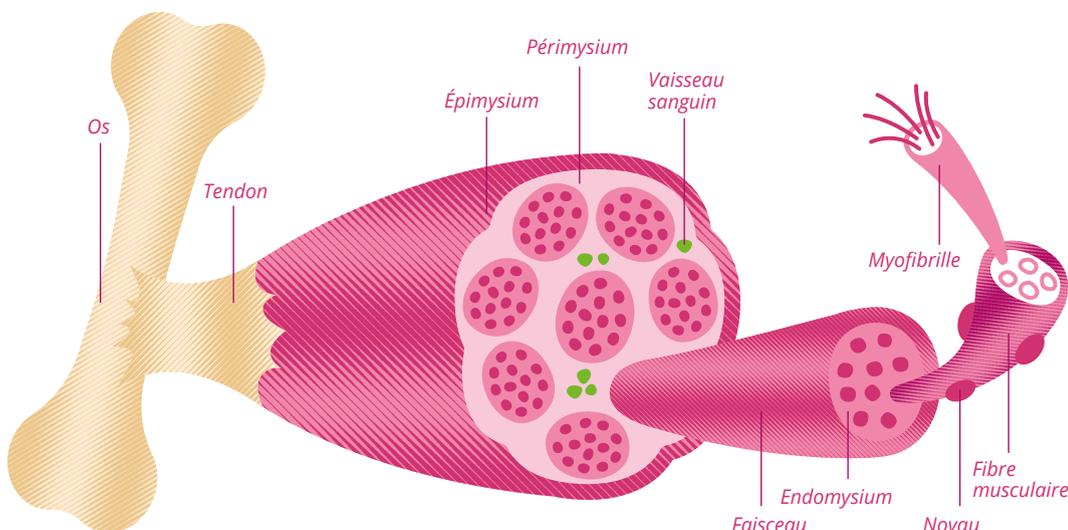
L'acidose métabolique, résultat immédiat de la dégradation de glucides par les fibres musculaires, est un trouble de l'équilibre acido-basique qui entraîne une baisse du pH. Ce déséquilibre a notamment des répercussions à l'interface entre la terminaison nerveuse et la fibre musculaire, et ainsi sur la glycolyse. « L'énergie produite grâce à la dégradation des sucres va acidifier l'organisme », résume Claire Thomas-Junius. « Et lorsque le muscle produit un ion lactate, et du fait de son rôle de "navette", un proton est transporté du muscle vers le sang par un système protéique. Finalement, grâce à la production de lactate, l'acidose musculaire est limitée. » Un projet de thèse, débuté en octobre 2023 au sein du LBEPS, porte actuellement sur la problématique de la communication du muscle et du tissu adipeux et du rôle fondamental des lactates.

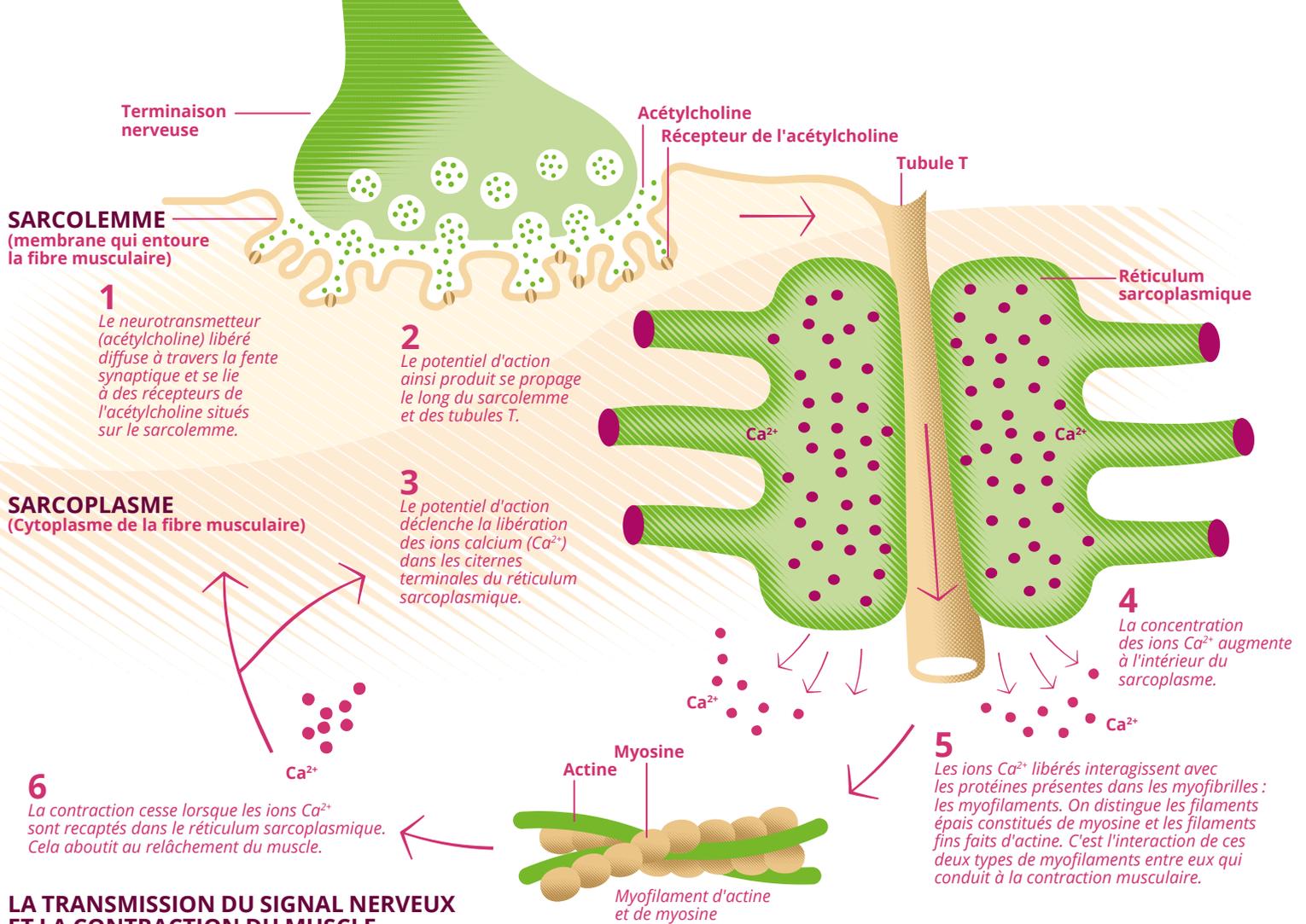
### L'applications des études auprès d'athlètes de haut niveau

Elle-même une ancienne athlète de demi-fond, avant de débiter une carrière de chercheuse, puis d'arriver à l'université d'Évry en 2005, Claire Thomas-Junius axe ses travaux de recherche sur les entraînements sportifs de haute intensité, notamment auprès des athlètes de haut niveau. En 2019, la chercheuse participe à l'élaboration du livre *Sports à haute intensité : mieux comprendre la performance pour mieux l'entraîner*, publié par l'Institut national du sport, de l'expertise et de la performance (Insep). « Cet ouvrage traite des sports à haute intensité, en fonction de la durée de l'effort, du type d'effort demandé (continu ou intermittent) et de comment adapter l'entraînement à chaque effort, afin de proposer des séances d'entraînement concrètes pour un public d'athlètes ou de personnes sédentaires », développe la chercheuse. « Parce que la production de lactate est différente selon l'intensité de l'effort : plus l'effort est intense, plus le corps va en produire. Et aussi, plus l'effort est répété, plus la production augmente. Donc, en un sens, la production de lactate s'entraîne. »

En 2020, la chercheuse participe, avec ses collègues, à des tests centrés sur l'équipe de France féminine de judo, des athlètes parmi les meilleures au monde dans leur discipline, en vue des compétitions internationales d'envergure, et un an et demi avant les Jeux olympiques et paralympiques (JOP) de Tokyo de 2021.

### STRUCTURE D'UN MUSCLE





## LA TRANSMISSION DU SIGNAL NERVEUX ET LA CONTRACTION DU MUSCLE

Le suivi des judokates s'effectue après chaque match d'entraînement, par une collecte de données concernant les concentrations de lactate, d'ions bicarbonate ou d'acidité du sang. Les résultats obtenus montrent, dans le sang des sportives, une concentration en lactate environ cinq fois plus élevée à la fin de la série de quatre matchs d'entraînement de quatre minutes, pour un pH quasiment identique. « Grâce à cette étude, nous avons été en capacité de mieux comprendre les réponses métaboliques à l'effort de haute intensité. Ces résultats ont justifié une intensification des séances d'entraînement, tout en rallongeant les délais de récupération lors de chaque entraînement, quelques semaines avant la compétition », explique Claire Thomas-Junius. Six médailles, obtenues au championnat du monde et championnat du monde junior immédiatement après cet entraînement, et trois médailles d'argent olympiques, quelques mois plus tard, constituent l'impressionnant palmarès récolté par ces sportives. « La performance, c'est multifactoriel », rajoute la chercheuse. « À côté de la physiologie, il y a évidemment la nutrition, la psychologie, le sommeil, etc. »

Aux côtés de Claire Thomas-Junius, François Chiron, doctorant au sein du LBEPS, a récemment mené des travaux sur les effets du stress sur la performance sportive, et sur une étude de cas, au cours de laquelle il a suivi une championne de course de steeple. Les résultats indiquent que la surveillance des variations de rythme cardiaque est un indicateur important du stress psychophysiologique de l'athlète. « Le stress se traduit notamment par de nombreuses variations du

rythme cardiaque. Il faut savoir que ce dernier n'est pas tout à fait régulier. Moins les variabilités du rythme cardiaque sont importantes, plus le stress de l'organisme est important, et inversement », explique Claire Thomas-Junius. Un stress de l'organisme conduit à des risques accrus de blessures, ainsi qu'à une altération de fonctions cognitives importantes telles que la mémoire, l'apprentissage ou les fonctions de cellules neuroendocrines, productrices d'hormones.

Claire Thomas-Junius et ses collègues ont également travaillé en partenariat avec la Fédération française d'aviron (FFA). « Les préparateurs et préparatrices physiques de la Fédération s'interrogeaient sur le type d'entraînement à mettre en place, notamment auprès des jeunes athlètes, afin de les conduire vers les Jeux olympiques (JO) de Paris 2024 et surtout les JO 2028. Faut-il individualiser l'entraînement selon les cas, ou inversement le généraliser à toute la Fédération ? », présente Claire Thomas-Junius. « Nous nous sommes finalement rendu compte qu'en fonction de l'état d'avancée de la puberté des jeunes, leurs réponses métaboliques et physiologiques sont complètement différentes, à la fois chez les filles et chez les garçons. Du coup, il n'était pas recommandé de donner les mêmes séances d'entraînement à tous et toutes. C'est extrêmement intéressant d'intégrer cette notion d'âge biologique, en fonction de la puberté et de son pic, à la place de l'âge "chronologique" », résume la chercheuse.

Ce paradigme nouveau infuse déjà dans des compétitions juniors, où des classements plus équitables font leur apparition. « La Fédération française de ski (FFS) a

récemment pris en compte un classement de l'âge biologique et non de l'âge chronologique à la suite d'une compétition de slalom. Un jeune garçon qui aurait terminé 30<sup>e</sup> au classement initial s'est retrouvé premier de sa catégorie. Ce nouveau calcul, basé sur l'état d'avancée de la croissance, est très valorisant pour les jeunes sportifs et sportives », décrit Claire Thomas-Junius.

En parallèle, Claire Thomas-Junius et son équipe s'intéressent également de près à l'utilisation d'un nouveau paramètre pour relever les informations nécessaires au suivi et à l'évaluation physiologique de sportifs et sportives : la salive. « C'est quasiment non-invasif et cela nous permet d'accéder à des informations sur le niveau de stress, l'état de l'organisme notamment grâce au ratio cortisone-testostérone, l'état de forme des sujets, etc. », décrit la directrice de laboratoire. Les prélèvements salivaires ont été effectués lors du championnat de France d'athlétisme, à l'été 2023, et les résultats sont en cours d'exploitation.

### Une carrière consacrée à l'étude de l'endurance humaine

Arrivée à l'Université d'Évry en 1988, Véronique Billat consacre sa carrière à l'étude de l'exercice physique et de sa physiologie. « Mes travaux consistent essentiellement à comprendre comment optimiser l'énergie, en fonction du profil physiologique de chacun. À tout âge, il est selon moi possible d'améliorer son énergie aérobie en variant les vitesses, à l'entraînement autant qu'en compétition », résume la chercheuse, qui suit notamment des championnes et champions d'athlétisme et de marathon depuis plusieurs années.

La scientifique a récemment étudié les différences de stratégie de rythme entre deux disciplines aux environnements très différents : la natation et la course à pied. « *En fonction des techniques et des situations, que ce soit la nage, la course, le cyclisme ou même la marche, le corps humain atteint une même consommation maximale d'oxygène (la VO2max). En revanche, l'effort fourni ne se traduira pas par des mêmes vitesses de course ou de nage, par exemple* », explique Véronique Billat.

Championne universitaire de ski de fond et de course à pied, la chercheuse accompagne aujourd'hui les athlètes de haut niveau, comme les sportifs et sportives novices, à l'accomplissement de leurs objectifs. En 2017, elle a supervisé l'entraînement de Robert Marchand, un homme de 105 ans, avant qu'il n'établisse un record du monde de distance parcourue à vélo en une heure (plus de 22 kilomètres).

Aujourd'hui, Véronique Billat s'intéresse de près au modèle animal et aux comparaisons possibles entre êtres humains et animaux. « *Mon idée, c'est de comparer, de manière interdisciplinaire, les modèles animaux et humains en situation réelle. J'étudie l'optimisation énergétique dans des situations variées d'environnements (altitude, température, etc.) en essayant de prendre en compte les réactions spontanées des animaux* », détaille-t-elle.

### L'exercice physique comme thérapie de maladies neuromusculaires ?

Toujours au LBEPS, dans lequel il est arrivé courant 2021 en étant lauréat du dispositif Actions thématiques incitatives du Génopole (ATIGe), Olivier Biondi étudie depuis plus de quinze ans les maladies neuromusculaires et les thérapies innovantes les concernant. « *Cela englobe les thérapies de maladies affectant le motoneurone, au niveau de la moelle épinière ou du système nerveux central, jusqu'aux neuropathies, affectant les axones, la partie du neurone conduisant l'information nerveuse jusqu'aux cellules ciblées. Les myopathies, par exemple, altèrent le muscle* », détaille le chercheur. « *Jusqu'à maintenant, j'ai principalement travaillé sur deux maladies neurodégénératives, très importantes dans le monde du sport.* » La première, la sclérose latérale amyotrophique (SLA) ou maladie de Charcot, a une histoire particulière avec le monde du sport : l'exercice physique intensif est considéré comme facteur favorisant l'apparition de la maladie, dont la prévalence est fortement multipliée chez les sportifs et sportives de haut niveau en comparaison avec la moyenne de la population générale. « *L'autre pathologie, c'est l'amyotrophie spinale infantile (ASI), qui touche les enfants* », poursuit le biologiste. « *Je me suis toujours intéressé à l'effet de l'exercice physique sur des pathologies interdisant plus ou moins la pratique de l'exercice physique : lorsque l'on présente des défauts de motoneurons ou musculaires, les préconisations médicales sont rarement des exercices physiques, par peur d'aggraver les symptômes.* »

L'objectif des recherches d'Olivier Biondi et de son équipe est désormais de coupler exercice physique et thérapie de maladies

neuromusculaires. « *Il s'agit à la fois d'utiliser l'exercice physique comme thérapie potentielle, avec une prise en charge quotidienne des patientes et patients, et parallèlement d'utiliser l'exercice physique comme un moyen de mettre en évidence des mécanismes biologiques ou cellulaires pathologiques défaillants* », relate le chercheur. « *Mon but, c'est d'essayer de voir dans quelle mesure l'exercice physique vient en aide aux patientes et patients atteints de myopathies, et notamment de dystrophies musculaires, lorsque la morphologie du muscle est altérée* », résume-t-il.

Se pose alors la question du type d'exercice physique adapté à chaque pathologie. L'adéquation entre les séances d'exercice et les spécificités propres à chaque maladie est essentielle, explicite Olivier Biondi : « *Si l'on choisit l'exemple de la dystrophie musculaire de Duchenne, une maladie génétique grave touchant l'enfant et provoquant la rupture ou l'altération du lien entre la cellule musculaire et le reste du muscle, l'exercice physique est difficile à réaliser sans tirer sur cette structure affaiblie et provoquer la dégradation de la cellule. Il existe plus de 30 dystrophies différentes, touchant des gènes différents et les cellules musculaires d'une manière différente à chaque cas. Mais l'application d'un exercice physique, à des intensités et avec des contraintes mécaniques adaptées à chaque pathologie, est toujours possible.* »

« *Du fait que les muscles fonctionnent moins bien, les patientes et patients pratiquent moins d'exercice physique voire ne se déplacent plus. Et en bougeant moins, les muscles se dégradent encore plus.* » — Olivier Biondi

À travers leurs travaux, Olivier Biondi et son équipe cherchent ainsi à déterminer, tout d'abord à partir de modèles animaux et cellulaires, les conditions optimales de réalisation d'un exercice physique pour une maladie spécifique, dans le but d'endiguer un cercle vicieux aggravant les symptômes, parfois paralysants, des pathologies. « *Du fait que les muscles fonctionnent moins bien, les patientes et patients pratiquent moins d'exercice physique voire ne se déplacent plus. Et en bougeant moins, les muscles se dégradent encore plus* », complète le biologiste.

### Les thérapies combinatoires comme solution aux pathologies neuromusculaires génétiques ?

Si l'implémentation d'exercices physiques dans les traitements de maladies neuromusculaires constituerait une avancée dans l'accompagnement de nombreuses patientes et patients, ces thérapies ne seront jamais curatives. En parallèle de ses études sur l'apport de l'exercice physique aux thérapies de maladies neuromusculaires, Olivier Biondi s'intéresse au développement de méthodes combinatoires, à l'interface entre la génétique et les travaux de son équipe.

« *Nous collaborons avec le Généthon, laboratoire spécialiste des thérapies géniques créé par l'association française contre les myopathies (AFM) et situé à Évry, travaillant sur des techniques pour "rapporter" le gène sain dans les muscles de patientes et patients atteints d'une pathologie neuromusculaire génétique – muscles présentant alors un gène muté à l'origine de la maladie* », raconte-t-il.

L'approche la plus prometteuse utilise des adeno-associated viruses (AAV, ou virus adéno-associés) comme vecteurs transportant des gènes sains vers les fibres musculaires ciblées. Les virus sont recombinants : ils sont produits à partir de morceaux d'ADN pour réduire voire éliminer leur toxicité envers le sujet. Cependant, il existe de nombreuses limites à cette pratique, comme le souligne Olivier Biondi : « *Tout d'abord, pour toucher l'ensemble des muscles, il est aujourd'hui obligatoire de pratiquer des injections par voie intraveineuse à haute dose, c'est-à-dire d'injecter une très grande quantité de virus, pour essayer de toucher le plus de muscles possibles. Le problème est alors hépatique : le fonctionnement du foie, une véritable "éponge à virus", est menacé. Il y a aussi un souci d'hétérogénéité : il est difficile aujourd'hui, malgré l'intraveineuse à haute dose, de cibler toutes les fibres musculaires du corps humain et dans les mêmes proportions.* »

Le but de l'équipe d'Olivier Biondi est de trouver des méthodes d'optimisation de la pénétration des AAV au sein des muscles, ainsi que l'expression des gènes introduits, pour finalement corriger complètement la maladie et les symptômes. « *Nous pensons que l'exercice physique a une grande plus-value. Nous avons la capacité, grâce à l'exercice physique, de changer les protéines à la surface des cellules musculaires, et ainsi, pourquoi pas, d'en faciliter l'accès aux AAV* », entrevoit le chercheur.

### Références

Thomas C. et al., The effect of preexercise alkalosis on lactate/pH regulation and mitochondrial respiration following sprint-interval exercise in humans. *Front. Physiol.* 2023.

Chiron F. et al., Application of Vagal-mediated heart rate variability and subjective markers to optimise training prescription: An Olympic Athlete Case Report. *Int J Disabil Sports Health Sci.* 2021.

El Khoury M. et al., NADPH oxidase 4 inhibition is a complementary therapeutic strategy for spinal muscular atrophy. *Front. Cell. Neurosci.* 2023.

Demarie, S. et al., Pacing of Human Locomotion on Land and in Water: 1500 m Swimming vs. 5000 m Running. *Appl. Sci.* 2023.

# Édition du génome et agroécologie

## Une association qui sait se montrer bénéfique

Pour faire face à la fois à l'augmentation de la demande alimentaire et au changement climatique, l'agriculture se doit d'effectuer une transition vers l'agroécologie. Mais la sélection de plantes utiles à la transition agroécologique s'opère sur d'autres critères, trop souvent négligés par le passé, que celui du rendement, longtemps privilégié en agriculture. Il en découle aujourd'hui un manque de diversité génétique des plantes agricoles sur ces caractères d'intérêt. Pour rétablir de la variété sur des gènes ciblés et obtenir au plus vite des espèces végétales bénéfiques à la transition agroécologique, les scientifiques exploitent les nouvelles techniques génomiques, reposant notamment sur les ciseaux moléculaires CRISPR/Cas9.

L'agriculture du 21<sup>e</sup> siècle a pour double défi de nourrir une population mondiale toujours croissante tout en résistant aux nombreuses difficultés liées notamment au changement climatique. Pour y parvenir, le système agricole doit aujourd'hui se réinventer pour continuer de produire tout en préservant les ressources naturelles. C'est ce que propose l'agroécologie. Dans ce nouveau paradigme de culture, les ressources de la biodiversité sont exploitées pour réduire l'utilisation d'intrants chimiques et éviter les pollutions du sol et de l'eau. Les plantes sont cultivées en association avec d'autres êtres vivants : haies, bactéries, champignons ou plantes de services. Il en découle une meilleure résistance de la culture aux différents stress auxquels elle est soumise : intempéries, sécheresse, ravageurs ou maladies.

### Obtenir par la génomique des plantes aux caractères nouveaux

Pour être mise en œuvre, l'agroécologie nécessite une connaissance fine des associations qu'il est possible de réaliser entre les plantes et d'autres organismes (comme d'autres plantes ou des bactéries du sol). Il est également nécessaire d'en découvrir de nouvelles. Ceci requiert de disposer d'une grande diversité de plantes exprimant des caractères variés en termes de cycle de croissance, de couverture du sol, de résistance aux intempéries, etc. Mais jusqu'ici, l'agriculture a surtout sélectionné les plantes en fonction de leur rendement, ce qui a conduit à une faible diversité des espèces. « Les plantes utilisées aujourd'hui

en agriculture sont relativement pauvres en ce qui concerne la diversité des caractères utiles à l'agroécologie », confirme Fabien Nogué, chercheur à l'Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB - Université Paris-Saclay/AgroParisTech/INRAE). « Le prisme de l'agroécologie amène ainsi de nouveaux objectifs, recherchés lors des sélections. »

Les caractères exprimés par des plantes, par exemple sa taille, sa vitesse de développement ou encore la forme de ses feuilles, sont encodés dans son ADN. Cette longue molécule, logée dans le noyau des cellules, présente une structure en double hélice et est constituée d'un enchaînement de molécules plus petites : les nucléotides. Les nucléotides sont formés à partir de quatre bases différentes : adénine (A), cytosine (C), guanine (G) ou thymine (T). La suite de ces nucléotides forme un code, ensuite traduit par la cellule pour produire des molécules remplissant diverses fonctions : les protéines. C'est l'expression de ces protéines qui donne à la plante ses caractères apparents, c'est ce qu'on appelle le phénotype.

Le terme « gène » désigne un segment d'ADN qui code une protéine. Or, un même gène existe en différentes versions, nommées « allèles. » « Les allèles donnent des protéines aux différences subtiles, qui leur confèrent des fonctions différentes », indique le chercheur. Sur un caractère donné, différents allèles entraînent ainsi différents phénotypes. Si l'on comprend quel gène est responsable d'un caractère en particulier et si l'on est capable de modifier

ce gène, alors il devient possible de remanier ce caractère chez la plante.

### De nouvelles techniques génomiques plus proches du naturel

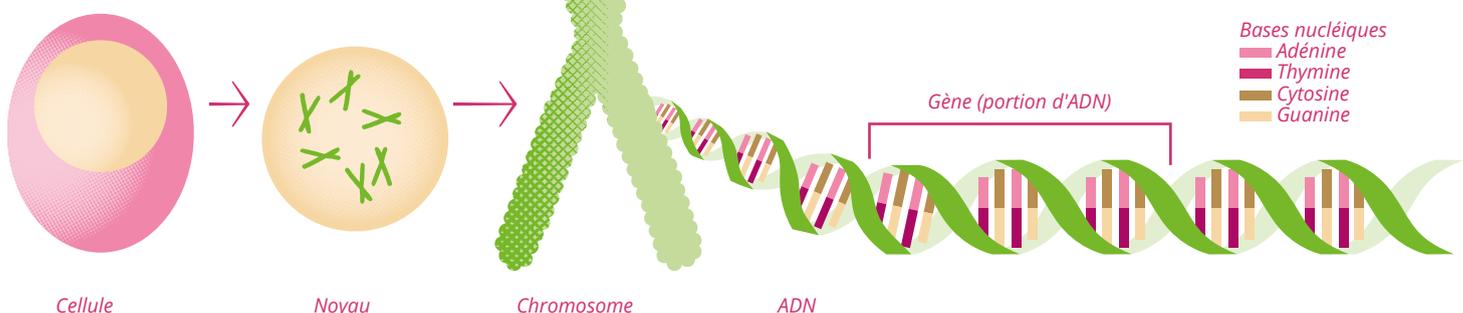
C'est ce qu'offrent les nouvelles techniques génomiques (NTG). Ces techniques reposent sur l'utilisation de « ciseaux moléculaires » tels que le système CRISPR-Cas9. « Ce système est capable d'engendrer une cassure dans l'ADN au niveau d'une suite de nucléotides donnée », explique Fabien Nogué. « Les cellules disposent d'une machinerie moléculaire capable de réparer cette cassure. Toutefois, dans certains cas, cette réparation aboutit à une modification de la séquence d'ADN » : une mutation a eu lieu. En appliquant ces techniques, on obtient un individu dont le génome a été édité et l'expression du caractère visé s'avère alors différente.

Apparenté à un organisme génétiquement modifié (OGM), c'est-à-dire un organisme dont le patrimoine génétique a été modifié afin d'acquérir de nouvelles propriétés, un organisme modifié par NTG est toutefois différent d'un organisme transgénique. Les mutations obtenues par NTG sont indiscernables de mutations naturelles, alors que les OGM dits « classiques » (transgéniques) sont obtenus par transfert d'un gène qui peut avoir pour origine une autre espèce. Avec les NTG, les seules modifications apportées au génome consistent en des délétions, des insertions ou bien une substitution d'un ou plusieurs

### Mots-clefs

- Agroécologie
- ADN
- Génome
- Nouvelles techniques génomiques (NTG)
- Ciseaux moléculaires

### DE LA CELLULE À L'ADN



nucléotides. Or ces mutations ont aussi lieu de façon naturelle lors de la division cellulaire ou bien du fait de facteurs externes comme l'exposition au soleil. Bien que ces événements soient rares à l'échelle de la cellule, ils deviennent banals si l'on agrège l'ensemble du vivant. « On estime que chaque paire de base du génome de la tomate est mutée naturellement cinquante fois si on prend en compte l'ensemble des tomates produites chaque année », confirme Fabien Nogué.

C'est ce processus de mutations qui aboutit à la diversité du vivant. En donnant la possibilité d'effectuer des mutations semblables aux mutations naturelles, mais en ciblant les gènes mutés, les NTG accélèrent cette diversification du vivant sur des caractères d'intérêt. « Dans certains cas, les NTG créent des variétés qui ont un sens en termes de réduction des intrants », appuie le biologiste qui s'est très vite emparé de la technologie CRISPR-Cas9 pour ses recherches.

« Quand CRISPR-Cas9 est arrivé, j'avais soudainement un outil pour provoquer des mutations à un endroit choisi dans le génome. Par la suite, je me suis penché sur les applications que pouvait avoir cet outil. Avec des collègues, nous avons fait des preuves de concept des NTG sur différentes espèces. Par exemple, nous avons créé une variété de tomate qui exprime la même résistance à un virus que le poivron », détaille Fabien Nogué qui est par ailleurs, depuis 2015, expert auprès de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), dans le panel OGM.

### Les vertus de l'association cameline-lentille

Également chercheur à l'IJPB et professeur à AgroParisTech, Jean-Denis Faure s'emploie lui aussi à obtenir des variétés végétales pour l'agroécologie. Ce professeur de physiologie consacre ses travaux à la cameline, une plante cultivée en Europe jusqu'au début du 20<sup>e</sup> siècle qui suscite un regain d'intérêt dans le cadre d'une transition agroécologique. « C'est une plante qui tolère divers stress et dont le cycle court permet une culture dans diverses conditions. Par ailleurs, elle présente un port particulièrement rigide », justifie le scientifique. Et ce caractère présente un intérêt pour d'autres plantes au port plus

« Il ne faut pas faire des NTG une panacée. Ces techniques ne sonnent pas le glas de la sélection conventionnelle. » — Fabien Nogué.

souple, comme la lentille. « S'il y a de grosses averses, la lentille est complètement versée au sol. Elle est alors vulnérable aux champignons et à la pourriture. » Quelques plants de cameline installés dans un champ de lentille servent ainsi de tuteurs et rendent la culture plus résistante aux intempéries.

Mais l'association entre lentille et cameline pourrait être encore plus intéressante. « La lentille est souvent attaquée par des bruches. Ces petits insectes forent les graines et les rendent inutilisables. C'est un vrai problème dans les Appellations d'origine protégée (AOP) où le choix des variétés cultivées est limité. Or la cameline, comme les plantes de type choux, émet des molécules volatiles soufrées, qui sont des répulsifs à insectes », détaille Jean-Denis Faure, qui projette d'étudier plus amplement cette association de plantes.

Selon le chercheur, les échanges vertueux se font aussi dans l'autre sens. La lentille est en effet une légumineuse. Cette famille de plantes a la propriété de capter l'azote grâce à une symbiose avec des bactéries. Or l'azote est un élément essentiel à la croissance des plantes car il entre dans la composition des acides aminés des protéines. « La lentille pourrait fournir un peu d'azote à la cameline, ce qui aboutirait à un système très vertueux », avance Jean-Denis Faure. L'azote apporté par la lentille remplacerait au moins en partie les engrais artificiels.

### Les NTG pour réduire les intrants en préservant la rentabilité

Selon Fabien Nogué, l'association entre légumineuses captatrices d'azote et plantes d'intérêt est envisagée dans de nombreux autres cas, notamment avec le blé ou le maïs. « La difficulté à l'heure actuelle est que les légumineuses et le blé ou le maïs ont des développements différents et donc des moments de récolte différents. » Jusqu'ici, la période de récolte ne figurait pas parmi les critères sélectionnés pour

les légumineuses. Mais avec les NTG, les scientifiques pensent obtenir des variétés dont le développement soit compatible avec la culture du blé ou du maïs. « L'idée est que l'association de plantes soit aussi rentable pour l'agriculteur que la monoculture », souligne Fabien Nogué.

Pour encourager les agriculteurs à oser la diversification des cultures, les scientifiques planchent aussi sur la diversité d'usage. En raison de rendements moindres, la cameline, par exemple, n'est aujourd'hui pas aussi intéressante économiquement que d'autres espèces cultivées de façon intensive, comme le colza. Or, « la première chose que regarde un agriculteur en choisissant une espèce à cultiver est s'il peut la valoriser », précise Jean-Denis Faure. Pour surmonter cet obstacle, le chercheur de l'IJPB s'attache à utiliser les NTG pour conduire la plante à exprimer de nouveaux caractères, par exemple en modifiant la nature de l'huile produite afin qu'elle trouve de nouveaux usages.

Un des autres objectifs visés par l'agroécologie consiste en la réduction de l'épandage d'herbicides. Une des stratégies envisagées est l'utilisation de plantes plus couvrantes qui développent dès les premiers stades de leur croissance un couvert végétal limitant la pousse de mauvaises herbes. Cette stratégie nécessite des variétés de plantes produisant des feuilles basales larges, dès la germination. Or, là encore, « ce ne sont pas des caractères qui ont été travaillés jusqu'à présent. Les variétés actuelles ne répondent pas à ces besoins-là », relève Fabien Nogué. D'où l'intérêt des NTG pour rétablir de la diversité sur des caractères disparus ou pas encore travaillés.

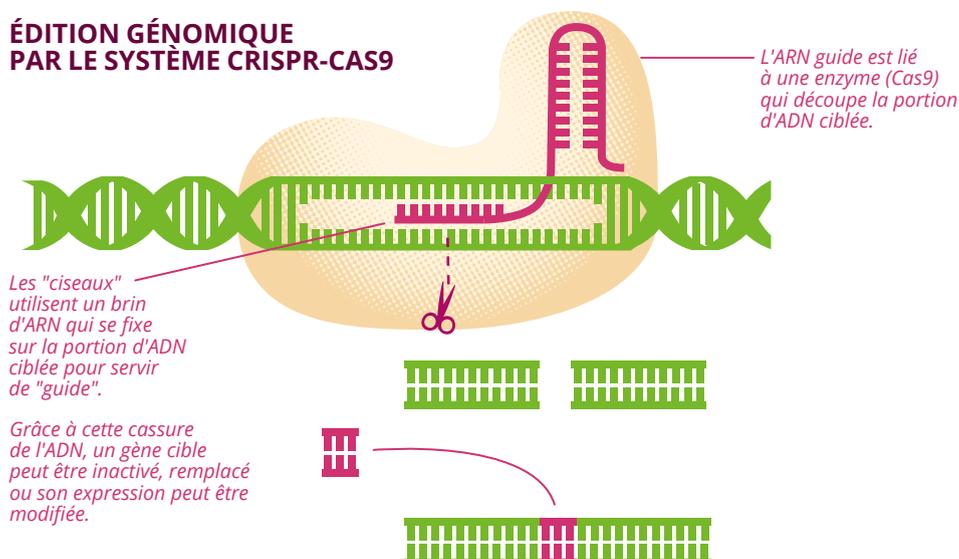
### Encore des défis scientifiques

Pour autant, « il ne faut pas faire des NTG une panacée », modère Fabien Nogué. « Ces techniques ne sonnent pas le glas de la sélection conventionnelle. » Leur principale limite réside dans le fait que, sans une connaissance poussée des gènes encodant chaque caractère, l'édition du génome ne permet pas de donner à la plante un caractère déterminé. Pour exemple, les différents gènes responsables de la symbiose entre les légumineuses et les bactéries du sol fixant l'azote ne sont pas encore tous identifiés. « On est incapable d'expliquer ce phénomène en citant dix gènes importants et l'ordre dans lequel ils sont exprimés », appuie le chercheur. Il faudra attendre encore un peu avant d'obtenir rapidement de nouvelles espèces de plantes capables de cette symbiose.

### Références

F. Nogué et al., Can genome editing help transitioning to agroecology? *iScience* 27, 109159, March 15, 2024.  
Y. Bellec et al., New Flowering and Architecture Traits Mediated by Multiplex CRISPR-Cas9 Gene Editing in Hexaploid *Camelina sativa*. *Agronomy* 12, 1873, 2022.

## ÉDITION GÉNOMIQUE PAR LE SYSTÈME CRISPR-CAS9



# La co-conception

## Une nouvelle méthode scientifique ?

Malgré la puissance des nouvelles techniques d'édition du génome (NTG), leur pertinence pour les transitions agroécologiques reste sujette à débat. Afin de développer des innovations répondant au mieux aux enjeux de ces transitions, les scientifiques expérimentent une nouvelle façon de piloter leurs travaux de recherche : la co-conception. Dans ce paradigme, elles et ils s'associent entre disciplines et avec divers acteurs afin de construire des problématiques de recherche qui prennent au mieux en compte les besoins des différentes parties prenantes.

Si l'édition du génome constitue un outil puissant pouvant être mobilisé en faveur de la transition agroécologique, l'expérience engrangée avec les OGM appelle à une certaine prudence quant aux promesses formulées par les NTG. D'une part, il est fort probable que de telles technologies ne régleront pas à elles seules les problèmes de faim dans le monde. D'autre part, la capacité réelle des OGM à réduire les intrants (fertilisants, pesticides...) utilisés en agriculture demeure controversée. Dès lors, la communauté scientifique s'interroge sur la façon de se positionner sur de tels sujets de recherche tout en étant motrice de progrès soutenable.

Pour répondre à des enjeux sociétaux aussi complexes que majeurs qui font appel à des domaines très diversifiés, comme la faim ou la préservation de la biodiversité, la recherche académique s'engage de plus en plus dans un nouveau mode de fonctionnement : la co-conception. En effet, les chercheurs et chercheuses sont le plus souvent des expertes et experts d'un domaine de recherche en particulier et travaillent sur des questions à la pointe de ce domaine – ce qui permet de progresser vers des connaissances toujours plus riches et plus solidement établies. Or ce mode de fonctionnement habituel de la recherche académique trouve ses limites lorsqu'il s'agit de proposer des solutions à des problèmes réunissant des aspects très différents.

La co-conception offre un contraste saisissant. Alors qu'un projet de recherche est le plus souvent défini à l'avance, avec une problématique précise à laquelle il cherche à répondre, que des moyens lui sont ensuite attribués pour une certaine durée et qu'au terme du projet, les participantes et participants se réunissent pour faire le point sur la question de départ, la co-conception bouleverse cet ordre établi : le projet commence avec les différents acteurs sans que la question de recherche n'ait été définie au préalable.

### Génétique et agronomie : réunir des intérêts scientifiques éloignés grâce à la co-conception

Au sein du programme de recherche France 2030 « Science végétale avancée face au défi climatique et à la transition agroécologique » (SVA), Jean-Denis Faure, chercheur à l'Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB - Université Paris-Saclay/AgroParis-Tech/INRAE), est chargé de définir des stratégies pour une transition agroécologique basée sur l'édition du génome. Un tel projet nécessite d'impliquer différents spécialistes, au-delà des généticiens et généticiennes, comme des agronomes

spécialisés en agroécologie. Mais au vu des questionnements qui diffèrent entre toutes ces communautés de recherche, définir un projet de recherche commun autour duquel se retrouver se révèle parfois difficile.

« C'est particulièrement vrai lorsqu'on essaie de coupler génétique et agroécologie », concède Julie Labatut, chercheuse en sciences de gestion dans le laboratoire Génétique animale et biologie intégrative (GABI – Univ. Paris-Saclay/INRAE/AgroParisTech) avec laquelle Jean-Denis Faure collabore aujourd'hui. « Généticiens et agronomes s'opposent dans leurs méthodes, leurs objets et leurs visions de l'innovation. » L'agronomie se penche en effet sur les pratiques des agriculteurs, sur les interactions entre exploitations au niveau des territoires, c'est-à-dire une échelle macroscopique, là où la génétique se place à l'échelle microscopique. « Au bout d'un an et demi de travail, je n'étais pas arrivé à un projet satisfaisant », confie Jean-Denis Faure. Aujourd'hui, avec Julie Labatut et d'autres scientifiques de différentes disciplines, il s'attache à mettre en place un processus de co-conception dans le cadre du programme SVA.

### Appliquer une méthode issue des sciences de gestion

Ce travail se déroulera sur plusieurs années. La première année sera consacrée à la définition d'une question de recherche commune. « On prévoit de réunir une trentaine de participantes et participants sur plusieurs journées pendant lesquelles on utilisera la méthode Knowledge, Concepts, Propositions (KCP) », témoigne Julie Labatut. Cette méthode a été conçue pour les entreprises en recherche d'innovation. Mais depuis plusieurs années, Julie Labatut l'applique aux problématiques agricoles.

Lors de la première phase de la méthode KCP, les personnes partagent leurs connaissances. Puis, elles émettent de nouveaux concepts issus de ce savoir partagé. La dernière étape de la méthode KCP consiste à écrire des propositions à partir de ces concepts. Ces propositions formeront la question de recherche à laquelle se consacrera le projet. Cette méthode vise à élargir le champ des possibles en aidant à la co-conception de nouvelles problématiques de recherche.

C'est au Pays basque que Julie Labatut a pour la première fois appliqué la méthode KCP à un problème agricole. La Manech tête noire, une race de brebis dont le lait sert à la préparation du fromage Ossau-Iraty, se trouvait alors concurrencée par des races ovines plus productives. En utilisant

la méthode KCP, la chercheuse a fait travailler ensemble des éleveurs peu familiers de la sélection génétique et des généticiens et généticiennes peu au fait de l'importance de la forme des cornes d'une brebis. « Pendant dix ans, on a mis autour d'une table des gens qui ne se parlaient pas auparavant pour mettre au point un programme de sélection innovant », relate Julie Labatut.

### Vers une redéfinition des objectifs scientifiques pour des innovations au plus proche des enjeux de durabilité

Avec la co-conception, une entente entre génétique dernier cri et agroécologie sera-t-elle possible ? Selon Julie Labatut et Jean-Denis Faure, cela passera aussi par un changement dans la définition des objectifs scientifiques. « Il faudra passer d'une économie de la promesse à une économie de l'impact », confie la chercheuse. Cela implique de mettre au point des méthodes et des critères d'évaluation des innovations sorties des laboratoires en temps réel, plutôt que de promettre de nouvelles variétés végétales plus performantes.

Car mieux appréhender l'intérêt réel pour les agriculteurs d'une nouvelle espèce végétale et son impact sur la transition agroécologique est un travail de recherche en soi. Ses répercussions sur l'environnement sont de natures très diverses et son comportement en champ est parfois très éloigné de celui en laboratoire. « Ses impacts socio-économiques, en termes de gouvernance de l'innovation, de verrouillages sociotechniques et de bénéfices à long terme sont à évaluer chemin faisant », accentue Julie Labatut.

Pour faire progresser de concert l'édition du génome et l'agroécologie, les scientifiques du programme SVA vont mobiliser les approches de co-conception et l'analyse des impacts socio-économiques en temps réel dès le début de leur recherche. Elles et ils s'assureront ainsi que leurs travaux sont au plus proche des besoins réels de la diversité des agriculteurs et des enjeux de transition agroécologique. Et espérer, à terme, aboutir à des innovations quittant les laboratoires pour une application sur le terrain.

### Références

J. Labatut, S. Hooge. Renouveler la gestion de ressources communes par la conception innovante ? Le cas d'une race locale au Pays basque. *Natures Sciences Sociétés*, 24(4), p. 319-330, 2016.

M. Matt et al., ASIRPA Real Time in the making or how to empower researchers to steer research towards desired societal goals. *Research Evaluation*, 32(2), p.412-425, 2023.

### Mots-clefs

Co-conception

Innovation

Méthode KPC



# La presse internationale

## The New York Times

### Scanning the Dark Universe, Euclid Finds Scenes of Cosmic Light

Euclid, a European Space Agency telescope launched into space last summer, finally showed off what it's capable of with a batch of breathtaking images and early science results recently released. The telescope will help astronomers make sense of two of the universe's greatest mysteries: dark matter, the invisible glue clumping galaxies together, and dark energy, the force pushing them apart.

<https://www.nytimes.com/2024/05/23/science/euclid-telescope-images.html>

## CORRIERE DELLA SERA

### Problemi respiratori nei neonati: una nuova tecnica consente di personalizzare l'assistenza (anche a distanza)

Publicato su Jama Network uno studio internazionale multicentrico, coordinato dal prof. Daniele De Luca, Università Parigi Saclay. L'uso dell'ecografia polmonare quantitativa permette di capire se un neonato si aggraverà. Possibile pure una valutazione in telemedicina.

[https://www.corriere.it/salute/24\\_maggio\\_29/problemi-respiratori-nei-neonati-una-nuova-tecnica-consente-di-personalizzare-l-assistenza-anche-a-distanza-61e6c6c6-fcea-4cd2-a006-d2dca0171x1k.shtml](https://www.corriere.it/salute/24_maggio_29/problemi-respiratori-nei-neonati-una-nuova-tecnica-consente-di-personalizzare-l-assistenza-anche-a-distanza-61e6c6c6-fcea-4cd2-a006-d2dca0171x1k.shtml)

## PHYS ORG

### Reinterpreting the Higgs mechanism: Decay and fission of 'magnetic quivers' could clarify quantum structures

An international research team led by Marcus Sperling, a project leader at the Faculty of Physics, University of Vienna, and Antoine Bourget of Université Paris-Saclay, has sparked interest in the scientific community with pioneering results in quantum physics. In their current study, the researchers reinterpret the Higgs mechanism, which gives elementary particles mass and triggers phase transitions, using the concept of magnetic quivers.

<https://phys.org/news/2024-06-reinterpreting-higgs-mechanism-decay-fission.html>

## INDEPENDENT

### Brazil's Rio Grande do Sul faces economic woes after floods, and an unclear path to rebuilding

Flooding in Brazil's Rio Grande do Sul state ravaged nearly everything needed for economic activity, from local shops to factories, farms and ranches. The environmental catastrophe — unprecedented in state history — upended transportation, including the airport in the capital Porto Alegre, which is expected to remain shuttered for months. Segments of major highways are closed due to landslides, washed-out roads and collapsed bridges. Blackouts continue to plague the state.

<https://www.independent.co.uk/news/world/europe/brazil-ap-rio-grande-gdp-rio-de-janeiro-b2550543.html>

## europa press

### Webb permite cartografiar en profundidad la Nebulosa de Orión

Un consorcio internacional de 120 científicos apuntó el telescopio espacial Webb hacia la Barra de Orión, en lo profundo de la Nebulosa de Orión, y recopiló un tesoro de imágenes y datos espectroscópicos.

<https://www.europapress.es/ciencia/astronomia/noticia-webb-permite-cartografiar-profundidad-nebulosa-orion-20240521131812.html>

## University World News

### Good practices in sustainability education from top universities

As universities the world over grapple with how best to integrate sustainability concerns into curricula and operations, the League of European Research Universities (LERU) has released a detailed report offering good practice examples of education for sustainable development from its 24 elite university members.

<https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20240327174821749>

# EUGLOH on the move

## Des défis de marche connectée pour l'alliance européenne

Pour marquer l'année olympique, l'Université Paris-Saclay, qui coordonne l'alliance européenne EUGLOH, a organisé trois défis de marche connectée à l'aide d'une application mobile. De janvier à juin 2024, plus de 300 joueurs et joueuses issues des neuf universités de l'alliance ont participé à ces challenges, parcourant plus de 40 000 kilomètres cumulés.



Cent ans après leur premier passage, les Jeux olympiques sont de retour à Paris. Et l'alliance européenne EUGLOH (*European university alliance for global health*) entend bien marquer le coup. Quoi de mieux, alors, que de proposer de s'activer tous et toutes ensemble ? C'est l'objectif des défis de marche connectée que l'Université Paris-Saclay a organisé pour EUGLOH de janvier à juin 2024. « *En plus de marquer l'année olympique, l'idée était de promouvoir une activité physique modérée et régulière, comme la marche, à travers les neuf universités de l'alliance* », explique Macarena Furque, chargée de communication et vie de campus EUGLOH au sein de la Direction des relations internationales et européennes (DRIE) de l'Université.

rejoindre l'initiative EUGLOH2024. Les participantes et participants ont ensuite eu à former des équipes comprenant jusqu'à cinq joueurs et joueuses pour réaliser les trois sessions.

À chaque session, les pas des concurrentes et concurrents ont été quotidiennement comptabilisés pour tenter de remporter des trophées. Atteindre 50 % de son objectif de pas quotidien équivalait à un trophée, 100 % à trois. La plupart des participantes et participants y sont parvenus haut la main. Rien qu'à l'issue de la première session, les 62 équipes inscrites ont parcouru pas moins de 17 600 kilomètres cumulés, soit l'équivalent de plus de 20 trajets Paris-Marseille.

*« En plus de marquer l'année olympique, l'idée était de promouvoir une activité physique modérée et régulière, comme la marche, à travers les neuf universités de l'alliance. »*

— Macarena Furque

Ouverte à la communauté étudiante et à tous les personnels des neuf universités membres de EUGLOH, l'initiative a compté trois sessions de quelques semaines chacune. Pour y participer, rien de plus simple : il fallait télécharger l'application mobile Kiplin, spécialisée dans le suivi de l'activité physique, puis se connecter pour

↓ **De la marche et des quizz**  
Les défis n'ont pas seulement consisté à marcher. Lors de chaque session, les participants ont également dû répondre à des questions préparées par l'initiatrice du projet, Caroline Teulier, enseignante-chercheuse à la Faculté des

sciences du sport rattachée au laboratoire Complexité, innovation, activités motrices et sportives (CIAMS – Univ. Paris-Saclay/ Univ. Orléans) et Charlotte Malle, étudiante en master Entraînement et optimisation de la performance sportive à l'Université.

La première session, intitulée *EUGLOH on the move*, a ainsi proposé un quizz sur l'alliance EUGLOH et sur la prévention santé en matière d'activité physique. Une des questions posées portait par exemple sur la recommandation d'activité physique à réaliser par semaine pour un adulte, soit 150 minutes. Pour chaque bonne réponse apportée, les équipes ont cumulé de nouveaux trophées. Avec ces défis, « *nous voulions promouvoir la marche mais aussi faire acquérir des connaissances sur les bienfaits de l'activité physique pour la santé* », justifie Macarena Furque.

Même principe au cours des deux sessions suivantes, *Walking through EUGLOH* et *EUGLOH at the Olympics*, qui ont interrogé les joueurs sur la pratique du vélo ainsi que sur les Jeux paralympiques, en clin d'œil à l'événement de cet été que la France accueillera pour la toute première fois.

### **Direction les Jeux paralympiques pour les étudiantes et étudiants gagnants**

↓ Qui dit score, dit logiquement gagnant. Pour chaque session, une équipe lauréate a été désignée. Mais les étudiantes et étudiants des universités de l'alliance ayant participé aux trois sessions ont aussi concouru pour une récompense plus importante : un événement de trois jours cocréé avec l'Université de Novi Sad (Serbie), qui aura lieu en septembre prochain à l'Université Paris-Saclay. Centré sur le thème de l'accessibilité à l'activité physique sur les campus des universités de l'alliance, le programme prévoit notamment, pour les dix lauréates et lauréats, d'assister à quelques épreuves des Jeux paralympiques de Paris 2024 qui s'achèveront le 8 septembre.

<https://www.eugloh.eu/>

# Handisport

## Des ateliers de sensibilisation pour s'essayer au cécifoot et à la boccia

Si 2024 se distingue, en France, par l'organisation des Jeux olympiques et paralympiques de Paris, l'année promet aussi de laisser son empreinte sur la pratique sportive à l'Université Paris-Saclay. En janvier et mars, des ateliers de sensibilisation au handisport se sont tenus au Centre omnisport universitaire de Moulon (COUM) et à la Faculté de médecine de l'Université au Kremlin-Bicêtre. L'occasion pour l'Université de renforcer son engagement en faveur de l'inclusion de tous et toutes, et d'améliorer encore la sensibilisation de ses étudiantes et étudiants au handicap.

L'année 2024 ne marque pas seulement le retour des Jeux olympiques à Paris, un siècle après l'édition de 1924. Il s'agit aussi de la toute première organisation des Jeux paralympiques d'été par la France. « *C'était une occasion à saisir pour nous* », explique Gwennaël Pacé, responsable du pôle Diversité et Handicap de l'Université Paris-Saclay. « *L'occasion de valoriser des disciplines sportives ouvertes aux personnes en situation de handicap* », en profitant du contexte des Jeux paralympiques de cet été.

En mars dernier, elles et ils étaient une cinquantaine de participantes et participants à s'essayer au cécifoot sur le campus de la Faculté de médecine du Kremlin-Bicêtre, lors d'un atelier de sensibilisation organisé par le pôle Diversité et Handicap de l'Université. Le cécifoot est l'un des 22 sports qui seront présents aux Jeux paralympiques de Paris, du 28 août au 8 septembre 2024.

Cette discipline s'adresse aux personnes malvoyantes et non-voyantes qui s'affrontent, ballon au pied, en deux mi-temps de quinze minutes. Chaque équipe se compose de quatre joueurs ou joueuses de champ et d'un gardien ou d'une gardienne de but, qui portent tous un masque leur couvrant la vue pour s'assurer de l'équité entre tous les participantes et participants. Celles-ci et ceux-ci n'ont alors que leur perception de l'espace et du son à laquelle se fier pour jouer et se repérer. Sur le terrain, les joueurs et joueuses handisport se signalent par le cri « voy », ce qui nécessite le plus grand silence du public.

À travers les ateliers de sensibilisation organisés à l'Université Paris-Saclay, les participantes et participants se sont aussi initiés à une autre discipline paralympique : la boccia. Introduite lors des Jeux paralympiques de Chicago en 1984, cette discipline est davantage destinée aux joueurs et joueuses dont la mobilité ou la motricité cérébrale est réduite. Elle se rapproche de la pétanque et se pratique en individuel, en duo ou en trio. Les compétitions se divisent en quatre ou six manches durant lesquelles les sportifs et sportives lancent six balles afin de les rapprocher le plus possible du jack, une balle blanche équivalente au cochonnet.

↓ **Une prise de conscience collective**  
Le cécifoot et la boccia ont comme point commun d'être des disciplines ouvertes à tous et toutes et praticables par des personnes valides dans les mêmes conditions que des joueurs ou joueuses en situation de handicap. C'est ce qui a motivé Gwennaël Pacé dans l'organisation de ces ateliers, en partenariat avec l'association ODAAS (Organisation diversification autour d'actions de sensibilisation) qui œuvre dans la lutte contre les préjugés visant les personnes en situation de handicap.

↓ **Profiter des ateliers pour parler de l'accompagnement du handicap**  
Pour le Service handicap et études (SHE) de l'Université, cet événement a aussi été l'occasion de se faire connaître auprès des étudiantes et étudiants susceptibles de bénéficier de son accompagnement, si elles ou ils sont atteints d'un handicap moteur, sensoriel ou psychologique, permanent ou temporaire. À travers ces initiatives, Gwennaël Pacé espère encourager l'échange autour des actions en faveur de l'inclusion, dans un contexte enclin au dialogue et à la convivialité.

**« Je ne me rendais pas compte qu'il était si difficile de jouer avec un ballon en étant complètement privé de la vue. »**

— un étudiant de la Faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay



© Christophe Peus

En plus de faire découvrir ces sports, l'objectif des ateliers est de sensibiliser le public aux difficultés que la pratique sportive représente pour les personnes en situation de handicap. Et pour bon nombre d'étudiantes et étudiants qui se sont prêtés au jeu, l'expérience a porté ses fruits. « *Je ne me rendais pas compte qu'il était si difficile de jouer avec un ballon en étant complètement privé de la vue* », témoigne un étudiant de la Faculté du Kremlin-Bicêtre s'étant essayé au cécifoot. « *J'admire beaucoup la maîtrise de ces joueurs.* »



© Christophe Peus

Le succès des précédents ateliers a convaincu l'équipe du SHE de renouveler l'expérience : « *Nous avons déjà prévu trois ateliers de cécifoot et de boccia pour la prochaine année universitaire, et souhaiterions faire le tour des campus* », précise la responsable. « *Ghislain Rémy, chargé de mission handicap à l'Université Paris-Saclay, devrait même donner des cours de chamberra [un art martial japonais utilisant des armes en mousse], une fois par semaine, dès la rentrée prochaine.* »

Plus que jamais, le sport témoigne de sa capacité à rassembler, mais aussi à prendre le temps de s'écouter, dans une dynamique de respect et de compréhension.

# Patrimoine

## Ces œuvres d'art qui peuplent les campus de l'Université Paris-Saclay

**Avec 40 œuvres issues du 1 % artistique appartenant à ses établissements membres, l'Université Paris-Saclay abrite également, au sein de ses bâtiments et campus, des sculptures et tableaux prêtés par le centre Pompidou, le Centre national des arts plastiques (Cnap) et le Fonds départemental d'art contemporain (FDAC) de l'Essonne. Toutes ces œuvres, réalisées par des artistes bénéficiant souvent d'une renommée internationale et datant des 20<sup>e</sup> et 21<sup>e</sup> siècles, représentent un patrimoine remarquable, visible et accessible à tous et toutes.**

Au gré d'une promenade sur les différents campus de l'Université Paris-Saclay, il n'est pas rare de croiser, au détour d'un jardin ou dans le hall d'un bâtiment, une sculpture monumentale, une installation, une fresque ou encore une tapisserie attirant l'œil et l'intérêt du passant. Ces œuvres d'art appartiennent au patrimoine artistique de l'Université, dont une grande partie provient de ce qu'on appelle le 1 % artistique. Ce dispositif légal français, en vigueur depuis 1951 et étendu aux universités en 1993, oblige, pour toute construction ou rénovation d'un bâtiment public, de consacrer 1 % du budget prévu à la commande d'une œuvre artistique d'un artiste vivant. Outre le fait de soutenir la création, le 1 % artistique a pour but de partager et de faire découvrir l'art contemporain à toutes les citoyennes et tous les citoyens, au-delà des habitués des musées. À l'Université Paris-Saclay, ce dispositif fait entrer l'art dans le quotidien de toute la communauté universitaire.

### Le 1 % artistique sème l'art sur les campus

↓ Dans le cadre du 1 % artistique, la commande d'une œuvre intervient dès la construction du bâtiment, via un appel d'offres auquel répondent des artistes de tous les profils. Un seul mot d'ordre pour elles et eux : concevoir une œuvre d'art qui s'intégrera à l'architecture du bâtiment envisagé. Un jury, constitué de représentantes et représentants de la présidence, du bâtiment concerné, de l'architecte de l'institution commanditaire mais également de spécialistes nommés par la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) et par l'université, évalue ensuite les propositions artistiques envoyées. Une fois le choix de l'œuvre arrêté et la commande lancée, l'artiste retenu se charge de réaliser l'œuvre.

Quarante œuvres issues de ce programme sont aujourd'hui présentes sur les différents campus de l'Université. Les plus anciennes datent du début de 1955 et les plus récentes de 2020. La liste de ces œuvres inclut même des artistes de renommée internationale, tels que Germaine Richier, Alfred Janniot, Robert Couturier, Gérard Fromanger ou encore Jean-Marie Appriou.

Avec le 1 % artistique, l'université ne s'engage pas uniquement à financer des œuvres mais également à les entretenir et à leur garantir de bonnes conditions d'exposition. « Notre rôle est de maintenir et d'enrichir le patrimoine de l'université », confirme Patrice Godard, responsable de

## Le 1 % artistique a pour but de partager et de faire découvrir l'art contemporain à toutes les citoyennes et tous les citoyens, au-delà des habitués des musées.

la préservation et de la valorisation du patrimoine culturel à l'Université Paris-Saclay. Ainsi, en 2019, une sculpture de l'artiste Paul Belmondo, représentant Apollon, a été rénovée grâce au budget alloué et inaugurée en présence de son fils.

Si certains établissements membres de l'Université Paris-Saclay ont ces dernières années acquis des œuvres d'art grâce au 1 % artistique, comme l'ENS Paris-Saclay en 2020, aucun appel à projets n'avait été lancé depuis 1973 dans le périmètre employeur. C'est chose faite en 2023 par le biais de deux campagnes, l'une pour le bâtiment H-Bar situé sur le campus d'Orsay, l'autre pour le bâtiment Pascal situé sur le plateau du Moulon. Les délibérations quant au choix des deux œuvres accueillies prochainement par ces bâtiments sont toujours en cours et proches d'être conclues.

le plateau de Saclay et abritant le pôle Biologie – Physique – Chimie, bénéficie lui depuis 2023 d'un prêt du Centre Pompidou avec l'œuvre *Algebraica* d'Antoine Poncet, une grande figure de la sculpture abstraite de la fin du 20<sup>e</sup> siècle.

Certains artistes, ou leurs ayants droit, décident parfois de faire don de leurs œuvres à l'Université. C'est le cas du sculpteur Jean Suzanne, dont la sculpture monumentale donnée à l'Université sera installée au cours du mois de juin 2024, au Laboratoire de physique des solides (LPS – Univ. Paris-Saclay/CNRS) sur le campus d'Orsay. Devraient suivre des donations d'autres sculptures monumentales d'Albert Féraud, de Michel Charpentier, de René Coutelle et de Claude Mercier. « Ce sont souvent des enfants d'artistes qui souhaitent que l'œuvre de leur parent soit valorisée par une installation à l'Université », précise Patrice Godard.

## Grâce à une nouvelle politique artistique, des street artists renommés, tels que Muziotti, Turk et Twopy, sont invités à s'exprimer sur les bâtiments de l'Université.

### Un patrimoine enrichi par des collaborations prestigieuses

↓ Outre les œuvres acquises dans le cadre du 1 % artistique, l'Université Paris-Saclay est partenaire de nombreuses et prestigieuses institutions qui viennent enrichir son patrimoine artistique. L'Institut des sciences moléculaires d'Orsay (ISMO – Univ. Paris-Saclay/CNRS) accueille par exemple seize estampes de divers peintres, ainsi qu'une sculpture monumentale, *Gorgone*, du sculpteur Vincent Barré. Ces œuvres proviennent des collections du Centre national des arts plastiques (Cnap) qui collabore depuis plusieurs années avec l'Université. Le site Henri Moissan, situé sur

### Le street art s'invite à l'Université

↓ Depuis quelques années, le street art s'affiche de plus en plus dans les rues et allées des campus de l'Université. Grâce à une nouvelle politique artistique, des street artists renommés, tels que Muziotti, Turk et Twopy, sont invités à s'exprimer sur les bâtiments de l'Université. L'artiste urbain Christian Guémy, plus connu sous le nom C215, a ainsi peint de grands portraits de scientifiques et de personnages de science-fiction sur les murs intérieurs et extérieurs des bâtiments du CEA Paris-Saclay. Une initiative qui lie plus fortement art et sciences, deux processus créatifs trop souvent opposés.

# Quelques œuvres issues du 1% artistique

## *Terra Mater* de Alfred Janniot (1963)

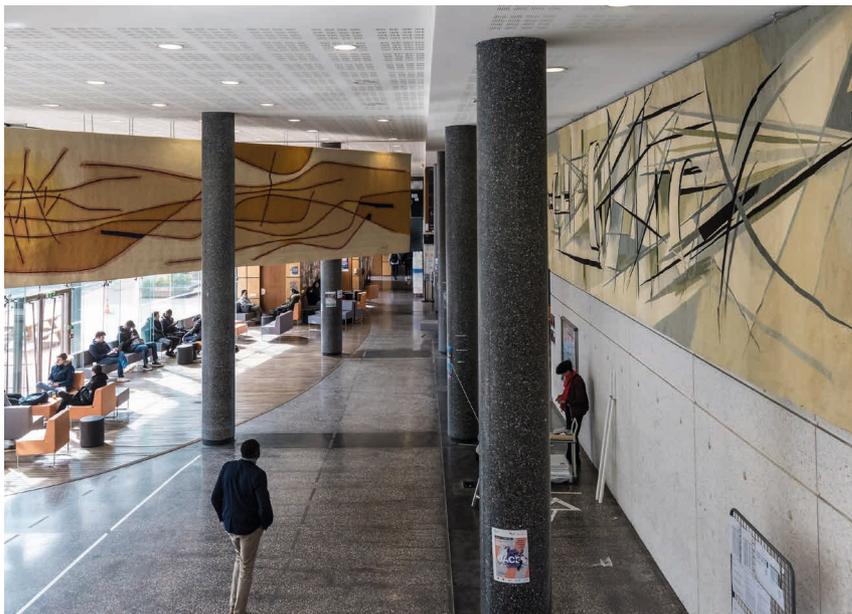
Alfred Janniot (1889 – 1969) est un sculpteur français, chef de file du mouvement Art Déco et surtout connu pour les bas-reliefs du palais de la porte Dorée et du palais de Tokyo, à Paris. Il a réalisé, en 1963, une sculpture onirique et monumentale pour ce qui était alors le centre d'Orsay de la faculté des sciences de Paris. Située devant le bâtiment 302, sur le campus vallée à Orsay, cette figure féminine, coiffée d'une chouette et d'un python et parée d'une faune et d'une flore luxuriante, représente la déesse primordiale Gaïa, ancêtre des divinités et des monstres. Elle s'inscrit parfaitement dans la richesse végétale de son environnement. Cette création fantastique et métaphorique est devenue avec le temps un symbole de l'Université Paris-Sud puis de l'Université Paris-Saclay.



Terra Mater © Christophe Peus

## Quatre tapisseries (1973) : *Comme une musique* (Michel Seuphor), *Optique et lyophilisation* (Jacques Despierre), *Soleil et sable* (Gustave Singier), *Torse rouge étendu* (Raoul Ubac)

En 1973, quatre artistes réalisent quatre tapisseries imposantes pour la Faculté de pharmacie de l'Université Paris-Sud (aujourd'hui Université Paris-Saclay) située alors à Châtenay-Malabry. Toutes de mêmes dimensions, elles sont typiques du mouvement abstrait des années 1970 mais arborent des styles très différents. Dans *Torse rouge étendu*, Raoul Ubac évoque, par des sillons au milieu d'un aplat rouge, le labour des champs et le rythme



Deux des quatre tapisseries : Soleil et sable et Optique et lyophilisation © Christophe Peus



Dans le jardin © Tanguy Beurdeley

qu'il crée. Dans *Comme une musique*, Michel Seuphor fait danser des traits blancs sur un fond de lignes noires parallèles, évoquant des notes de musique. Gustave Singier utilise des projections linéaires et des aplats de couleurs chaudes, rappelant le titre de l'œuvre *Soleil et sable*. Enfin, Jacques Despierre offre dans *Optique et lyophilisation* une composition très dynamique où des formes géométriques s'entrecroisent en noir et blanc. Lorsque la Faculté de pharmacie de l'Université Paris-Saclay déménage en septembre 2022 sur le plateau de Saclay, elle ne peut garder ces œuvres. Elle en fait don à l'Université d'Évry, qui les expose dans le hall de son bâtiment Maupertuis. Au-delà d'être une illustration de la collaboration entre membres de l'Université Paris-Saclay, ce transfert d'œuvres montre que les biens culturels sont préservés au-delà de la vie du bâtiment qui les a vus naître.

## *Dans le jardin* de Jean-Marie Appriou (2020)

En amont de son déménagement sur le plateau de Saclay en 2020 et dans le cadre de la construction de son nouveau bâtiment, l'ENS Paris-Saclay, alors située à Cachan, lance plusieurs appels d'offres au titre du 1% artistique. Elle retient le sculpteur français de 38 ans Jean-Marie Appriou pour réaliser un ensemble sculptural, qui orne aujourd'hui les bassins du jardin intérieur de l'école. Des chauves-souris et des libellules géantes survolent deux bassins tandis qu'un îlot de cyprès et un massif de ronces sont plantés dans deux autres. Enfin, sur le bassin central, vogue une pirogue où sont installés un rameur et une figure en peau d'hippocampe. Souvent inspiré par les mythes et les légendes, l'artiste évoque ici le cycle du soleil dans ces bassins orientés d'est en ouest.

# L'agenda

## Été / Automne 2024

### On y était

#### MAI

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



#### Viva Technology 2024

L'Université Paris-Saclay, seule université de France à avoir un stand au salon Viva Technology 2024, le plus grand événement dédié à l'innovation en Europe, en a profité pour présenter 21 de ses start-up issues de son environnement et de ses partenaires, autour de quatre thématiques (intelligence artificielle, physique, santé, développement soutenable).  
<https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/luniversite-paris-saclay-et-ses-partenaires-viva-technology-2024>

### Ne pas manquer

#### JUIN

Lumen - Université Paris-Saclay,  
Gif-sur-Yvette  
Université Paris-Saclay  
3 juin → 18 septembre

#### Exposition À la limite Innover à la mesure du monde, 2055

Cette exposition embarque le public visiteur dans un voyage temporel jusqu'en 2055, afin de l'inciter à s'interroger sur la place de l'innovation dans un monde contraint par les limites planétaires, le tout à travers un parcours inspiré d'œuvres de science-fiction et jalonné de dispositifs interactifs et ludiques.

<https://www.lumen.universite-paris-saclay.fr/evenements/la-limite-innover-la-limite-du-monde-2055>

#### JUILLET

campus d'Orsay, de Palaiseau et de Saclay  
Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay/CNRS/Univ. Paris-Cité)

1<sup>er</sup> → 11 juillet

Rencontres d'été

#### De l'infiniment grand à l'infiniment petit

Pour sa 12<sup>e</sup> édition, cet événement convie une trentaine d'étudiantes et étudiants de L3 ou équivalent, à deux semaines de cours, visites de laboratoire, expériences et débats autour de la physique de l'infiniment grand à l'infiniment petit, du cosmos aux particules élémentaires, en passant par les premiers instants de l'Univers.

<https://indico.in2p3.fr/event/32397/overview>

Université d'Évry  
Université d'Évry, Laboratoire de biologie de l'exercice pour la performance et la santé (LBEPS – Univ. Paris-Saclay/Univ. d'Évry/Service de santé des armées), Genopole

2 juillet



Conférence

#### Optimiser les thérapies innovantes

Cette conférence, dont c'est la troisième édition, propose de s'intéresser aux thérapies innovantes et combinatoires, et d'explorer les moyens d'optimiser ces thérapies en améliorant leur adressage et en optimisant leur ciblage en vue d'aboutir à des effets plus spécifiques et des approches plus efficaces pour traiter les pathologies.

<https://www.genopole.fr/temps-forts/agenda/conf-therapies-combinatoires3/>

Parc Charles Boucher, Orsay  
La Diagonale Université Paris-Saclay, mairie d'Orsay, Maison des jeunes et de la culture Jacques Tati, Conservatoire à rayonnement départemental de l'Essonne (CRD)

6 juillet



Festival

#### Du big bang aux big bands

Du big bang aux big bands, le festival consacré à l'astrophysique, la musique et le cinéma, revient pour une quatrième édition. De l'après-midi jusqu'au soir, l'événement propose un riche programme mêlant ateliers, mini-conférences, sets musicaux, cinéma en plein air, bal swing et observations au télescope.

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

ENS Paris-Saclay  
Inria et Maison du doctorat (Pôle universitaire d'innovation de l'Université Paris-Saclay)

8 juillet

Compétition

#### Starthèse Pitch ID

Cette compétition, destinée aux doctorantes et doctorants, les invite à développer un projet entrepreneurial basé sur leur travail de thèse puis à le présenter de manière claire, concise et convaincante, en cinq minutes, devant un jury d'expertes et d'experts.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/decouvrez-starthese-pitch-id-le-nouveau-concours-entrepreneurial-dedie-aux-doctorantes-et-doctorants>

Lieu Hôte

#### AOÛT

parc de Moulon  
Scène de recherche – ENS Paris-Saclay, ville de Gif-sur-Yvette

30 août



Concert

#### Pulcinella « La guerre des boutons »

Pour fêter la rentrée du plateau de Saclay, la Scène de recherche organise une 2<sup>e</sup> édition de son Grand bal du Plateau avec le quartet toulousain Pulcinella et son concert endiablé « La guerre des boutons. » Saxophone, contrebasse, batterie et accordéons se mettent au service d'un répertoire hybride et chaloupé aux influences afrolatines, musette, funk et balkaniques...

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

#### SEPTEMBRE

campus Bures-Orsay  
Université Paris-Saclay

26 septembre

Rentrée

#### Welcome Day

Destiné aux étudiantes et étudiants primo-entrants à l'Université Paris-Saclay, le Welcome Day est une journée d'accueil dédiée à la présentation des services de l'université et des dispositifs dont elles et ils peuvent bénéficier tout au long de leur scolarité. Deux temps forts rythmeront l'événement : un village de stands, de 11h30 à 15h, pour échanger avec les différents interlocuteurs et interlocutrices de l'université et de son écosystème, puis une soirée dédiée aux étudiantes et étudiants internationaux.

#### OCTOBRE

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

4 → 14 octobre



Évènement

#### Fête de la science

Comme chaque année, 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. Pour cette édition 2024, l'événement sera placé sous le thème "océan de savoirs" avec de multiples animations gratuites pour petits et grands : des ateliers, des visites de laboratoires, des conférences, des expositions, un village des sciences ou encore des jeux scientifiques.

# À lire

Été 2024

## The Conversation

### Pour booster son cerveau, quelles activités physiques privilégier après 60 ans ?

De nombreuses études ont montré que l'activité physique avait des bénéfices sur le cerveau et les capacités cognitives, même après 60 ans. Mais quelles activités sont les plus efficaces pour donner un coup de boost à son cerveau ? Alexandra Perrot et Neva Béraud-Peigné, respectivement enseignante-chercheuse et docteurante de la Faculté des sciences du sport de l'Université Paris-Saclay, dévoilent les ingrédients de la recette idéale et motivante pour l'entraînement des seniors.

<https://theconversation.com/pour-booster-son-cerveau-quelles-activites-physiques-privilegier-apres-60-ans-228451>

### Parasols géants et blanchiment du ciel : de fausses bonnes idées pour le climat

Face à la menace qu'est le changement climatique, la géoingénierie fait naître de nombreux projets aussi innovants que controversés. Une équipe de scientifiques dont Emmanuelle Rio, enseignante-chercheuse du Laboratoire de physique des solides (Univ. Paris-Saclay/CNRS), passent en revue deux de ces idées – les parasols spatiaux et l'injection de dioxyde de soufre dans la haute atmosphère – pour en évaluer la faisabilité, l'efficacité et les conséquences.

<https://theconversation.com/parasols-geants-et-blanchiment-du-ciel-de-faussees-bonnes-idees-pour-le-climat-228454>

Membres du comité éditorial ayant participé au numéro :

**Juliette Berny, Loïc Bertrand, Reine Bou Fadel, Marjorie Brandely, Julie Dugast, Olivier Emery, Gaëlle Giraudier, Alexandre Henry, Laurence Hoffmann, Richard Kruel, Catalin Miron, Charlotte Neuville, Lucie Peinturier, Cécile Pérol, Cristina Porlon, Tiina Suomijarvi, Virginie Tallio**

Directeur de la publication : **Camille Galap**

Directrice de la rédaction : **Karine Wecker**

Rédactrice en chef : **Véronique Meder**

Rédactrice en chef adjointe : **Émeline Férard**

Rédacteurs et rédactrices : **Cindy Augusto Dos Santos, Eva Desvigne-Hansch, Antoine Duval, Émeline Férard, Robin Locatelli, Nicolas Sebe**

Direction artistique : **Atelier Corbin/Corpus**

Illustration : **Alice Chemama**

Impression : **Imprimerie Stipa**

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

Dépôt légal à parution

# Le sport

## à l'Université Paris-Saclay

Le sport occupe une place de choix à l'Université Paris-Saclay, tant en termes de formations que de recherche ou de pratique sportive. Tour d'horizon en chiffres clés.



### Formation

**1** Graduate School Sport, mouvement, facteurs humains (SMFH) qui soutient une formation d'excellence dans le domaine du sport, de l'activité physique adaptée, de l'entraînement et l'optimisation de la performance, de l'ergonomie, du management et de l'ingénierie au service du mouvement humain, basée sur une recherche académique de qualité et adossée à des partenaires professionnels des secteurs du sport, des loisirs et de la santé.

**4** mentions de licence STAPS (Sciences et techniques des activités physiques et sportives) qui figure en 2024 à la 2<sup>e</sup> place des licences les plus demandées sur Parcoursup à l'échelle nationale.

**1** licence professionnelle dédiée aux métiers de la forme.

**1** licence double diplôme à l'interface entre les STAPS et les sciences pour l'ingénieur.

**7** mentions de master pour 10 parcours balayant des domaines divers liés à la pratique, à l'enseignement et l'étude des activités physiques et sportives.

**3** parcours internationaux dispensés uniquement en anglais.

**1** école doctorale, Sciences du sport, de la motricité et du mouvement humain (ED SSMMH) avec 130 doctorantes et doctorants.

**1** UE (unité d'enseignement) Sport qui propose aux étudiantes et étudiants d'intégrer la pratique sportive à leur cursus universitaire.



### Pratique sportive

**67**

activités proposées par le SUAPS (Service universitaire des activités physiques et sportives) et incluant des sports collectifs, individuels, des activités d'entretien physique ou encore des activités artistiques comme de la danse.

**300**

heures dispensées au total par semaine dans les différentes activités.

+ de **8000**

pratiquantes et pratiquants, étudiants et personnels.

De multiples équipements sportifs dont :



**3** complexes sportifs universitaires

**2** terrains de football synthétiques

**2** terrains de rugby synthétiques

**1** piste d'athlétisme (400 m) et des aires de saut et de lancer

**5** salles de musculation

**6** murs d'escalade

**1** complexe nautique (ouverture prévue à l'automne 2024).

**1** tournoi omnisports étudiant (TOSS) organisé à CentraleSupélec et rassemblant quelque 4 500 participantes et participants par édition.



### Sport de haut niveau

+ de **140** étudiantes et étudiants engagés dans une carrière sportive professionnelle ou professionnalisante (sportifs de haut niveau et sportifs de haut niveau universitaire).

Au moins **10** athlètes qualifiés pour les JO de Paris 2024.



### Recherche

**13** laboratoires de recherche travaillant sur des thématiques variées liées au sport, à l'activité physique et au mouvement.

**1** structure fédérative de recherche, la Fédération Demenÿ-Vaucanson, qui permet une alliance multidisciplinaire inédite à l'interface des sciences de l'humain en mouvement et des sciences pour l'ingénieur.

**1** objet interdisciplinaire, H-CODE (Human in the loop pour le contrôle et la décision) qui rassemble différentes communautés de recherche de l'Université Paris-Saclay manipulant les concepts de théorie du contrôle et de la décision à différentes échelles.