

L'Édition de l'université paris-saclay printemps

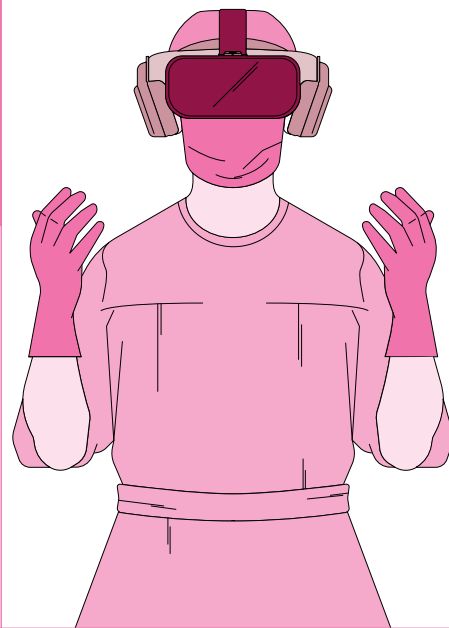
Année
2022

Pays
France

Rubrique et thématique
Recherche – Réalité augmentée et réalité virtuelle

Page
19

Numéro
18



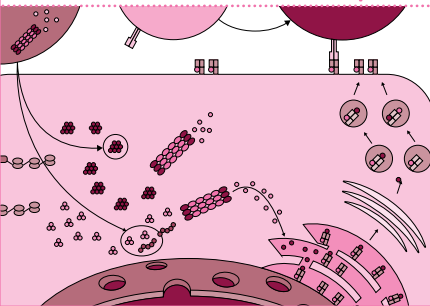
Rubrique
Formation

Page
04

Rubrique et thématique
Business & Innovation – Oncologie

Page
14

Titre
**L'ANNÉE DE CÉSURE :
UNE OPPORTUNITÉ
POUR CONSTRUIRE
SON AVENIR**



Rubrique
Médiation des sciences

Page
06

Rubrique et thématique
Recherche – Harcèlement sexuel

Page
16

Rubrique
Vue d'ailleurs

Page
23

Titre
**LE LABEL « SCIENCE
AVEC ET POUR
LA SOCIÉTÉ »
DE L'UNIVERSITÉ
PARIS-SACLAY**



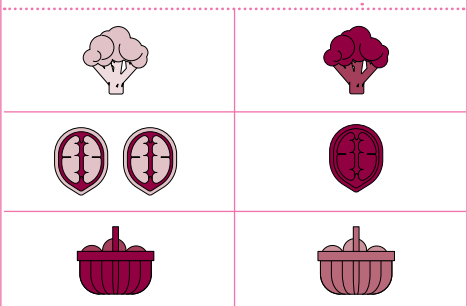
Titre
**LA FRANCE
PRÉSIDENTE
DU CONSEIL
DE L'UNION
EUROPÉENNE**

Rubrique et thématique
Recherche – Sécurité alimentaire et réchauffement climatique

Page
08

Rubrique
Vie de campus

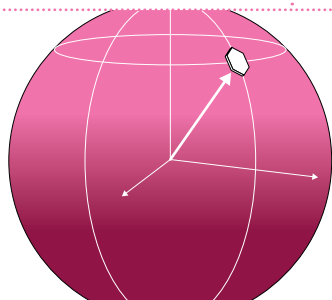
Page
24



Titre
**LE PLATEAU DE
SACLAY S'ENRICHIT
DE NOUVEAUX
CENTRES SPORTIFS**

Rubrique et thématique
Recherche – Informatique quantique

Page
11



**université
PARIS-SACLAY**

Adresse
Bâtiment Breguet – 3 rue Joliot-Curie 91190 Gif-sur-Yvette – France

Site internet
www.universite-paris-saclay.fr



CHERCHEURS / CHERCHEUSES



© Jean-François Dars

Alain Aspect, chercheur au Laboratoire Charles Fabry (LCF – UPSaclay, IOGS, CNRS) et expert mondial en optique quantique et en physique atomique, a été nommé **membre honoraire de la société internationale d'optique Optica**.

Denis David est lauréat du **2022 Schaefer Research Scholar Awardees** de Columbia University. Ses travaux, effectués à la Faculté de pharmacie de l'Université Paris-Saclay, se focalisent sur la neurogenèse adulte.

Abdallah Hamze, professeur en chimie thérapeutique au sein de l'équipe Conception et synthèse de molécules d'intérêt thérapeutique (CoSMIT) du laboratoire Biomolécules: conception, isolement, synthèse (BioCIS – UPSaclay, CNRS, Univ. Cergy-Pontoise) a reçu le **prix Michel Delalande 2021** de l'Académie nationale de pharmacie. Ses travaux ont permis la découverte de plusieurs molécules à activité antiproliférative picomolaire efficaces sur les lignées tumorales résistantes.



© Université Paris-Saclay

Jean-François Le Gall, professeur de mathématiques à l'Université Paris-Saclay et chercheur au Laboratoire de mathématiques d'Orsay (LMO – UPSaclay, CNRS), s'est vu décerner le **prix Frontiers of Knowledge 2022** en sciences fondamentales de la Fondation BBVA. Il effectue ses recherches en analyse mathématique et en théorie des probabilités.



© INRAE

Loïc Lepiniec, chercheur à l'Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB – UPSaclay, INRAE, AgroParisTech) et délégué régional de l'INRAE pour la région Île-de-France, a été élu **Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France**.

Christian Sandor, co-responsable de l'équipe VENISE au Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – UPSaclay, CNRS, CentraleSupélec, Inria), a reçu le **2021 Best Associate Editor Award** de la revue *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*.



© UVSQ

Delphine Sitterlin, biochimiste, virologue et maîtresse de conférences à l'UVSQ, a été promue dans l'**Ordre national du mérite au grade de Chevalier** par décret du Président de la République. Membre du laboratoire Infection et inflammation (I2I – UPSaclay, UVSQ, Inserm), ses travaux concernent le virus respiratoire syncytial (VRS) ou virus de la bronchiolite du nourrisson, et l'étude des étapes tardives de la multiplication du VRS dans la cellule hôte.

Hervé Vaucheret, chercheur à l'Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB – UPSaclay, INRAE, AgroParisTech), a reçu le **Laurier INRAE « Grand Prix de la recherche agronomique »**. Ce prix récompense sa carrière consacrée à l'étude des mécanismes épigénétiques chez les plantes.

ÉTUDIANTS / ÉTUDIANTES

Léa Broca-Brisson, doctorante au Service de pharmacologie et immunoanalyse (SPI – UPSaclay, CEA, INRAE) a reçu un **prix de l'association américaine ACD (Association for Creatine Deficiencies)** pour ses travaux de thèse sur la modélisation de mini-cerveaux (organoïdes cérébraux) de patients atteints du déficit en transporteur de créatine et leur utilisation comme outil d'évaluation de l'efficacité de traitements potentiels.

Yiran Zhang, doctorante au Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – UPSaclay, CNRS, CentraleSupélec, Inria) a reçu le **Nominee Best Paper Award** (soit le 3^e prix) de la IEEE VR Conference, pour ses travaux portant sur la réalité virtuelle collaborative.

ENTREPRISES / PROJETS

L'assistant de preuves formelles **Coq**, développé en partie par le Laboratoire méthodes formelles (LMF – UPSaclay, ENS Paris Saclay, CNRS), est lauréat du **prix « Science ouverte de logiciel libre de la recherche » dans la catégorie « qualité scientifique et technique »** du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Le projet européen **Magnetic nanoparticle based liquid energies for thermoelectric devices applications (MAGENTA)** du Service de physique de l'état condensé (SPEC – UPSaclay, CEA, CNRS), a été distingué **Étoile de l'Europe 2021** par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Le projet consiste au développement d'une technologie pour capter la chaleur fatale, inévitablement générée par les moteurs thermiques et difficilement récupérable.



ThrustMe, start-up soutenue par la Société d'accélération du transfert technologique (SATT) Paris-Saclay, remporte le **prix de l'innovation 2022 de la Société européenne de physique** pour son innovation dans le domaine de la propulsion spatiale. Issue du Laboratoire de physique des plasmas (LPP – UPSaclay, CNRS, École Polytechnique, Observatoire de Paris, Sorbonne Univ.), la start-up fondée en 2017 est spécialisée dans la propulsion des satellites miniaturisés.



Le **prix spécial du jury des étoiles de l'Europe 2021** a été décerné au projet européen **Zelcor**, de l'équipe APSYNTH de l'Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB – UPSaclay, INRAE, AgroParisTech). S'inscrivant dans une démarche d'économie circulaire, le projet a pour objectif la conversion de coproduits industriels issus du bois et de la paille en bioproduits à haute valeur ajoutée pour les cosmétiques, l'emballage et la chimie.



© UPSaclay

L'actualité scientifique et académique à l'Université Paris-Saclay bat son plein en ce printemps 2022 : les remises de diplômes se succèdent, nos communautés étudiantes rivalisent d'initiatives pour réinvestir l'espace public, les résultats scientifiques sont chaque semaine plus nombreux et le site web que nous avons mis en place les met en valeur au jour le jour pour que la connaissance produite soit largement partagée dans la société, aussi continument et intensément que possible.

<https://news.universite-paris-saclay.fr/>

Vous trouverez dans ce numéro un panorama très stimulant de notre activité, mais je n'ai guère le cœur à braquer la lumière sur nos productions alors que la guerre sévit en Ukraine et que nous pouvons si peu pour la jeunesse et leurs familles qui la subissent, malgré nos efforts collectifs et individuels.

Je réaffirme donc ici ma solidarité avec les communautés académiques, scientifiques, étudiantes et leurs familles qui vivent des heures tragiques. Encore plus dans ces circonstances, notre établissement défend les valeurs fondamentales de paix, de démocratie et renforce son soutien à la liberté des peuples et des idées.

Sylvie Retailleau,
Présidente de l'Université Paris-Saclay.



Titre

L'année de césure : une opportunité pour construire son avenir



© Hugo Noulin

Qui n'a jamais rêvé de faire une pause dans son cursus universitaire pour voyager, apprendre une nouvelle langue, mener un projet lui tenant à cœur ou avoir une expérience professionnelle ? Oui mais... S'accorder ce temps pour soi, n'est-ce pas courir le risque de compromettre la suite de ses études ? Grâce à l'année de césure, qui permet d'interrompre son cursus tout en ayant la garantie de pouvoir le reprendre à son retour, la réponse est non.

Après avoir achevé sa première année de master *Nuclear Energy* de l'Université Paris-Saclay l'an passé, Gabriel Guerche, étudiant entrepreneur au Pôle Entrepreneurat Innovation Paris-Saclay (PEIPS), travaille cette année à temps plein dans les locaux de l'Ifremer sur son projet entrepreneurial de développement d'un système de communication sous-marin. « J'ai eu la chance, dans le cadre du concours Octo'Pousse passé l'an dernier, de décrocher un accompagnement par une équipe de l'Ifremer ainsi qu'un CDD de douze mois pour développer mon prototype », explique Gabriel Guerche.

Une opportunité que l'étudiant a saisie grâce au dispositif de l'année de césure. « C'est vraiment très enthousiasmant de pouvoir me consacrer sereinement une année entière à mon projet tout en ayant la certitude de pouvoir retrouver ma place en master 2 en septembre prochain », témoigne l'étudiant.

Des motivations variées

Si la consolidation d'un projet entrepreneurial constitue une bonne raison pour bénéficier du dispositif de césure, les motivations sont parfois tout autre. Pour Louise Poinsatte, étudiante en droit, c'est l'envie de voyager qui l'a poussée à faire ce choix une fois sa licence en poche. « Après une dernière année de licence compliquée en raison de la situation sanitaire et l'obtention de mon diplôme en 2021, j'ai vraiment eu besoin de prendre le large pour gagner en confiance en moi avant d'intégrer mon master en droit de la propriété intellectuelle et du numérique. Ma demande de césure acceptée, j'ai commencé par travailler six mois dans un centre de vaccination pour financer mon séjour de six mois à Montréal. »

Pour d'autres, comme Joséphine Renaud, bachelière désireuse de consolider son allemand dans le cadre d'une année « au pair »,

l'année de césure est apparue comme une évidence. « Avant de me lancer dans mes études supérieures, j'ai eu envie de voir autre chose et de me prouver ce que je vaudrais. Vivre en Allemagne, m'occuper d'enfants, suivre des cours, avec à mon retour la perspective d'intégrer la Faculté Jean Monnet de l'Université Paris-Saclay, est vraiment une chance extraordinaire. »

Quant à Théodore Babarit, après une première année en master de droit de l'environnement, c'est pour mener campagne en tant que candidat aux élections législatives qu'il a décidé de recourir à la césure. « Les mois passant, je réalise que cette parenthèse m'a permis, au-delà de mon projet initial, de me questionner véritablement sur moi-même et d'envisager autrement mon avenir. »

Quelles qu'aient été leurs motivations de départ, une chose est certaine : toutes ces étudiantes et étudiants reviendront mieux armés pour débiter, poursuivre ou achever leurs études.

Préparer son année de césure au sein de l'Université Paris-Saclay

Comme Gabriel, Louise, Joséphine ou Théodore, tout étudiant ou étudiante de l'Université Paris-Saclay souhaitant interrompre



temporairement sa formation pour vivre une autre expérience peut le faire grâce au dispositif de césure. Il suffit pour ce faire d'être inscrit à l'une des formations de l'Université, de prendre contact avec le référent césure de sa composante et de déposer sa demande via un formulaire en ligne en incluant un CV et un descriptif de son projet et de ses motivations. « D'une durée d'un ou deux semestres, cette suspension temporaire des études a pour objectif d'accorder aux étudiantes et étudiants qui le souhaitent de faire une pause pour enrichir leur parcours, acquérir de nouvelles compétences et vivre d'autres expériences, tout en restant étudiantes et étudiants », explique Marylène Janmot, directrice-adjointe de la Direction de la formation et de la réussite de l'Université Paris-Saclay. Pour celles et ceux que cette démarche intéresse mais qui ne sauraient par où commencer, qu'elles et ils se rassurent, elles et ils trouveront au sein de l'Université Paris-Saclay un accompagnement sur-mesure. « La Direction de la formation et de la réussite accompagne, en amont, la réflexion des étudiantes et étudiants quant à la construction de leur projet et les aide, en aval, à établir le bilan de leur expérience au regard des objectifs fixés au départ », ajoute Marylène Janmot.

S'investir dans des actions solidaires et s'engager en faveur d'un avenir durable

Rien d'étonnant à ce que nombre d'étudiantes, étudiants et élèves s'emparent de cette opportunité. En 2020/21, 41 normaliennes et normaliens se sont ainsi lancés, dont un quart dans des projets humanitaires, de solidarité, de médiation : projet de ferme en permaculture, soutien et accompagnement extrascolaire de jeunes, service civique comme designer volontaire, etc. « Trois normaliens sont aujourd'hui en expédition en Antarctique, dans le cadre d'un projet de recherche et de sensibilisation du grand public aux questions environnementales. Ce projet, initialement de césure, a été reconnu au sein du diplôme de l'ENS Paris-Saclay. Cela nous a conduit à réfléchir à valoriser davantage ce type d'actions dans le cadre d'une année spécifique, en engagement normalien par exemple. », indique Caroline De Sa, vice-présidente déléguée aux études et à la vie étudiante à l'ENS Paris-Saclay.

Cette volonté d'engagement est également très présente et encouragée au sein de CentraleSupélec dans le cadre de la Shift Year, une année de césure entre le M1 et le M2 organisée en deux temps : un semestre des transitions au cours duquel les élèves, étudiantes et étudiants bénéficient d'apports de formation et se voient confier, par l'un des partenaires de CentraleSupélec, une mission à réaliser en

groupe ; un semestre d'immersion pour agir au service d'une transition. « S'adressant aussi bien à nos élèves qu'aux étudiantes et étudiants venus d'ailleurs afin de garantir un équilibre disciplinaire, la Shift Year a pour objectif de développer une vision systémique du monde et de ses transitions », indique Julien Colin, copilote de la Shift Year. « Il s'agit de comprendre les enjeux impactant la durabilité et de passer à l'action dans le cadre d'approches pluridisciplinaires. Elle est par ailleurs pour chacun et chacune l'occasion de développer un solide réseau », complète Jacques Millery, également copilote de la Shift Year.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/cesure-universitaire>
<https://atelier-des-transitions.eu/shift-year/>

Titre

Des MOOC pour se former au numérique

« Grâce à Impact'Num, grand public, éducateurs et éducatrices, étudiantes et étudiants s'initient aux impacts environnementaux du numérique », explique Benjamin Ninassi, co-créateur du MOOC et chef de projet informatique à la Direction générale déléguée à la science d'Inria. Indicateurs environnementaux, cycle de vie des équipements, écoconception des services numériques, aspects économiques et sociétaux, le programme est très complet. Il faut compter cinq heures de parcours initial pour découvrir les sujets, et entre dix et vingt heures pour les approfondir à travers l'ensemble des fiches-concepts, bientôt accessibles en anglais. De son côté, « le MOOC Scikit-learn est né de la volonté de former un public non-spécialiste au machine learning », explique Gaël Varoquaux, chercheur de l'équipe-projet SODA d'Inria Saclay et co-concepteur de la bibliothèque Python Scikit-learn. Les participantes et participants apprennent à construire des modèles prédictifs et comprennent les avantages et limites de l'apprentissage automatique. « Nous améliorons continuellement le MOOC pour qu'il soit didactique », complète son collègue David Arturo Amor Quiroz, de l'équipe pédagogique. Alors qu'Impact'Num est disponible en continu, l'accès à Scikit-learn est ouvert depuis mi-février 2022 pour une durée de treize semaines.

<https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>
<https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/machine-learning-python-scikit-learn/>

Titre

Mobiliser ses connaissances dans un contexte extraordinaire



© La Physique Autrement

Depuis quelques années, l'unité d'enseignement (UE) Immersion scientifique plonge les étudiantes et étudiants de la licence double diplôme mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur de l'Université Paris-Saclay dans un scénario digne d'un film à suspense : il leur faut par exemple aider un équipage à mener à bien sa mission spatiale en direct. Le but est de réussir collectivement plusieurs défis scientifiques, créatifs et ludiques en appliquant ses connaissances à un contexte hors du commun. Une formation atypique qui modifie l'engagement des étudiantes et étudiants. « Cette approche change leur vision des sciences expérimentales : leur motivation et leur implication sont palpables », explique Julien Bobroff, chercheur au Laboratoire de physique des solides (LPS – Univ. Paris-Saclay, CNRS) et co-concepteur de l'UE avec son collègue Frédéric Bouquet. Entourés de spécialistes des jeux et de designers, ils souhaitent désormais essayer cette initiative et développent une version clé en main, exploitable par tout enseignant et enseignante intéressée.

https://hebergement.universite-paris-saclay.fr/supraconductivite/projet/immersion_scientifique



Titre

Le label « Science avec et pour la société » de l'Université Paris-Saclay

Dans le cadre des mesures issues de la loi de programmation de la recherche autour de la thématique Science avec et pour la société (SAPS), le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation a annoncé fin 2021 les huit premiers sites universitaires lauréats de la labellisation SAPS, dont l'Université Paris-Saclay.

Ce label, assorti d'un financement, est une reconnaissance de l'engagement stratégique porté par l'équipe de gouvernance de l'Université, du fort partenariat déjà noué avec certains acteurs du territoire, de la diversité des actions mises en place, et de la démarche d'auto-évaluation de l'Université.

Car au-delà de ses dimensions formation, recherche et innovation, l'Université accorde une place de choix à la relation science-société, inscrite dans ses statuts. Elle est engagée dans le partage et la diffusion des résultats de la recherche, la lutte contre la désinformation, la vulgarisation scientifique, la médiation scientifique et culturelle, le croisement entre arts et sciences, la valorisation du patrimoine scientifique, la promotion de la culture et la pratique artistique. À ce titre, elle organise régulièrement des festivals, accueille des scolaires dans ses laboratoires, soutient et accompagne les initiatives de ses scientifiques et de ses étudiantes et étudiants, notamment via les appels à projet de la Diagonale Paris-Saclay.

Avec le label SAPS, le but est de renforcer encore davantage cette relation. « En France,

à l'inverse de certains pays d'Europe du Nord ou anglo-saxons, les actions science & société ont classiquement été développées en dehors des établissements d'enseignement supérieur et de recherche (ESR). Or le souhait du ministère est désormais de donner des moyens aux universités pour co-construire des actions en concertation avec les acteurs du territoire (collectivités territoriales, CCSTI, associations, individus...). C'est toute la particularité du label SAPS, commente Olivier Kahn, directeur de la Diagonale Paris-Saclay. Ce label va nous permettre de rationaliser nos actions. Alors qu'on était dans une logique de projet, on passe aujourd'hui à une logique de partenariat à plus long terme, pour co-construire des projets structurants. Et grâce à un benchmark à l'international, nous allons également identifier nos pistes d'amélioration. »

La stratégie s'articule autour de quatre enjeux : culturel, démocratique, éducatif et social. « On a décidé de travailler en priorité avec les publics éloignés – socio-culturellement ou géographiquement – de l'ESR. On va également développer les échanges entre les sphères politique et scientifique. L'idée est de renforcer la présence de la parole scientifique, qu'elle soit mieux représentée dans les médias et dans les choix politiques. Il s'agit également d'améliorer l'image de la recherche et de faire en sorte que les jeunes aient une bonne connaissance de la démarche scientifique, qu'ils ne tombent pas dans le piège des "fake news". Enfin, un volet formation va cibler notre communauté universitaire, pour améliorer ses compétences en médiation, et les enseignantes et enseignants du primaire et du secondaire, pour mettre à niveau ou à jour leurs connaissances sur les sujets scientifiques et l'état actuel de la recherche. »

Titre

Volvox : Lumière sur les couleurs de l'or à l'échelle nano



© Thierry Toutou

Fruit d'une collaboration entre artistes et scientifiques, le projet Volvox s'inspire de l'algue microscopique du même nom. En se mouvant, cette algue verte d'eau douce crée des turbulences dans le déplacement d'autres micro-organismes au point d'engendrer des comportements collectifs synchronisés. Le projet transpose ce phénomène au moyen de nanoparticules d'or enfermées dans des capsules de verre, elles-mêmes entraînées dans une danse aléatoire et synchrone, en suspension dans une sphère en rotation. En changeant l'angle d'observation par rapport à l'incidence de la lumière, le spectateur fait l'expérience de la relativité de la notion de couleur, l'or passant du bleu à l'orange. Œuvre d'art et puissant vecteur pédagogique, l'installation a enthousiasmé le public lors de sa présentation au Cnam fin 2021 : « Elle illustre de manière onirique des propriétés physiques qu'il est souvent compliqué de se représenter. De nombreuses personnes nous ont sollicités pour comprendre ce qu'elles voyaient », détaille Bruno Palpant, physicien au laboratoire Lumière, matière, interfaces (LuMin – Univ. Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec) et un des architectes du projet. De nouveaux lieux d'exposition sont envisagés et Volvox devrait également inspirer une création musicale.

<https://vimeo.com/691301145>

Titre

Télescope harmonique : partez à la chasse aux exoplanètes !

Le 25 décembre 2021 le télescope spatial James Webb (JWST) est parti en mission dans l'espace. Collaboration internationale à laquelle des laboratoires de l'Université Paris-Saclay participent, il vise, entre autres, l'étude approfondie des exoplanètes. En 2019, une équipe de scientifiques et d'artistes, pilotée par le CEA, le CNRS et le CNES, imagine une plateforme de jeu destinée à promouvoir le JWST

auprès du grand public : le Télescope harmonique. Neuf joueurs et joueuses réparties en trois groupes y chassent des exoplanètes. Une création musicale renforce l'expérience vécue : chaque joueur ou joueuse choisit un système d'exoplanètes auquel est associé un certain nombre de sons à mettre en musique à la fin du jeu. La version immersive de la plateforme nécessite un espace aux critères bien précis, et

celle numérique implique une borne personnalisée. Un jeu vidéo est en création sur le site Internet dédié au projet.

<https://www.telescope-harmonique.fr/>

Illustrations
page de droite
et page 22 :
Antoine Doré



Titre

La sécurité alimentaire mondiale sous le prisme du réchauffement climatique

SYNTHÈSE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE CONCERNANT LES IMPACTS PRÉVUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE CULTURE

Cycle de vie	Type de culture	Changement climatique (général)	Température (y compris stress thermique)	Précipitations (y compris sécheresse, inondations)	Phénologie & saisons	Dioxyde de carbone	Ravageurs et maladies	Services écosystémiques	Ensemble (somme de tous les facteurs)
Annuel (en surface)	Légumes	🌱🌱	🌱	🌱	🌱	—	🌱	🌱	🌱
	Légumineuses	🌱🌱	🌱	🌱🌱	🌱	🌱🌱🌱	🌱🌱	—	🌱🌱
	Cultures à feuilles	—	—	—	—	—	🌱	—	🌱
	Fruits mous	🍎🍎	—	—	🍎	—	🍎	🍎	🍎
Annuel (sous terre)	Tubercules	🍠	🍠	🍠	🍠🍠	🍠🍠	🍠	—	🍠🍠
	Vivace	🌳🌳	🌳	🌳	🌳	—	🌳	🌳	🌳
Tous		🍷	🍷	🍷	🍷	🍷🍷🍷	🍷	🍷	🍷

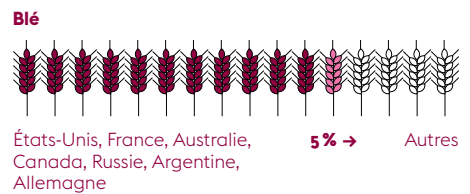
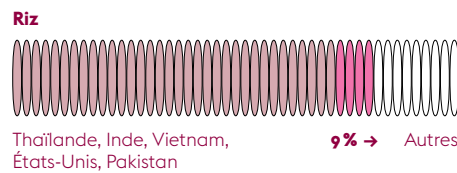
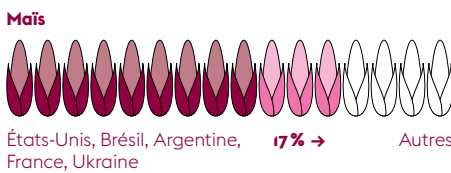
Direction moyenne de l'impact:
 🌱 Négative 🌱🌱 Mixte 🌱🌱🌱 Positive

Confiance moyenne dans l'attribution:
 🍷 Faible 🍷 Moyenne 🍷 Élevée

— Non évalué

Issu du sixième rapport d'évaluation, *Changements climatiques 2022 : incidences, adaptation et vulnérabilité*, contribution du groupe de travail II, Giec.

ÉVOLUTION DES EXPORTATIONS MONDIALES À L'HORIZON 2080 AU REGARD DU CHANGEMENT CLIMATIQUE



🍷 % des parts d'exportation des principaux pays exportateurs qui passeront à d'autres pays

D'après l'Organisation des Nations unies (ONU), environ un dixième de la population mondiale est aujourd'hui en situation de malnutrition. Face à une démographie en constante croissance et aux défis qu'impose le réchauffement climatique, comment la production alimentaire mondiale va-t-elle s'adapter ?

Le changement climatique induit par les êtres humains depuis le commencement de l'ère industrielle (début du xx^e siècle) est une menace pour l'humanité toute entière et pour la planète. C'est avec de tels propos que débute le communiqué de presse du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), au soir du 27 février 2022. C'est à cette date que le groupe de scientifiques a présenté le deuxième volet de son sixième rapport d'évaluation concernant le réchauffement climatique. Dans cet ouvrage de plus de 3 600 pages sont développés les conséquences – présentes et futures – du changement climatique sur la Terre, les points de vulnérabilité et les moyens d'adaptation à disposition. « Ce rapport lance un avertissement très sérieux sur

les conséquences de l'inaction », précise le président du Giec, Hoesung Lee.

Quelques semaines plus tard, le 4 avril, c'est le troisième et dernier volet du sixième rapport du Giec qui est publié. Cette partie fournit une évaluation mondiale et actualisée des émissions passées et présentes de gaz à effet de serre, et des progrès et engagements possibles afin d'atténuer le réchauffement climatique. Il donne des perspectives d'évolution et des options afin de réduire les émissions par grands secteurs (énergie, transports, bâtiments, industrie, agriculture, usage des terres et alimentation, etc.). Car si le réchauffement climatique a déjà eu des répercussions irréversibles sur l'environnement de la planète, il est toujours possible d'agir pour préserver l'avenir de l'humanité, d'après les expertes et experts du Giec. À condition néanmoins que l'action soit immédiate : si les émissions de gaz à effet de serre ne cessent pas d'augmenter d'ici trois ans, et si elles n'ont pas diminué de moitié par rapport aux niveaux actuels d'ici 2030, la hausse des températures d'ici la fin du siècle dépassera de façon irrévocable +1,5° C par rapport à l'ère préindustrielle. Et les conditions de vie future se trouveront considérablement dégradées pour l'ensemble de l'humanité.

Le cinquième chapitre de ce deuxième volet traite plus spécifiquement des produits alimentaires des écosystèmes. Le Giec y souligne l'impact, déjà tangible, du changement climatique sur les systèmes agroalimentaires mondiaux, plongeant des centaines de millions de personnes dans l'insécurité alimentaire. D'après les expertes et experts du troisième groupe de travail du Giec, l'agriculture, la foresterie et les autres usages des terres ont représenté entre 13 et 21 % des émissions humaines de gaz à effet de serre entre 2010 et 2019. Le groupe de scientifiques explique que le système alimentaire global échoue actuellement à aborder les problématiques d'insécurité alimentaire et de malnutrition d'une manière respectueuse de l'environnement. Directement ou non, le dérèglement climatique affecte les cultures mondiales et les quatre piliers de la sécurité alimentaire (accessibilité, disponibilité, utilisation des aliments et stabilité de l'approvisionnement).

Comment le changement climatique altère les cultures

Nombreux sont les facteurs résultant du réchauffement climatique qui influent sur l'agriculture mondiale, selon le dernier rapport du Giec. D'après le groupe de chercheuses et chercheurs issus de 195 pays, le changement

climatique a d'ores et déjà majoritairement pénalisé les rendements des cultures, leur qualité et le potentiel marchand de leurs produits. « *Il existe des preuves de moyenne importance et un large consensus établissant que les effets du réchauffement climatique d'origine humaine depuis l'ère préindustrielle ont eu des conséquences négatives significatives sur la production agricole mondiale, agissant comme un frein à la croissance de cette production* », écrivent les expertes et experts du Giec dans leur rapport. Les scientifiques citent plusieurs études à l'appui, dont une montrant que la productivité globale des facteurs (PGF), qui regroupe tous les coefficients de productivité des cultures, a été endiguée de 21 % entre 1961 et 2015, et ce malgré les nombreuses avancées technologiques des dernières décennies. Ces effets varient selon les régions du monde : comparée à un modèle excluant les conséquences du réchauffement climatique anthropogénique, la PGF chute par exemple de 30 à 33 % en Afrique, en Amérique latine ou aux Caraïbes.

Les raisons de ces pertes de productivité sont multiples, comme le rapportent les expertes et experts du Giec. Tout d'abord, le nombre d'aléas climatiques (sécheresses, cyclones, etc.) est en augmentation. Si l'on suit le scénario de projection climatique « développement basé sur les énergies fossiles » (SSP5-8.5), « *globalement, 10 % des régions actuellement propices à des cultures et à de l'élevage de grande ampleur deviendront climatiquement inadaptables d'ici 2050, et entre 31 et 34 % de ces zones à la fin du siècle* », déplore le Giec. Les vagues de chaleur et les périodes de sécheresse se multiplient, et ces événements affectent directement ou indirectement l'agriculture : soit les cultures meurent, soit les plantations sont impossibles ou reportées. En Europe, les pertes de cultures liées à ces deux catastrophes ont triplé durant les 50 dernières années, rapporte le Giec. Les inondations se multiplient également sur le globe : l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) estime que celle qui a ravagé les récoltes pakistanaises en 2010 équivaut à une perte de plus de 4 milliards d'euros pour les fermes locales. La région africaine du Sahel a subi parmi les pires périodes de variations de précipitations durant des décennies : vingt ans de pluies diluviennes, suivies de vingt ans de sécheresse, ont entre 1950 et 1990 grandement détérioré les capacités de culture de la région.

Outre l'accroissement du nombre de catastrophes naturelles, le réchauffement climatique induit également le développement de mauvaises herbes au sein des exploitations agricoles. Celles-ci ont déjà la capacité de

ravager les cultures (graines, pâturages ou sylviculture), mais les scientifiques du Giec dénotent que le réchauffement climatique favorise leur développement selon plusieurs critères.

Tout d'abord, le développement de ces plantes invasives est généralement plus propice dans un environnement aux concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) plus élevées et aux températures plus fortes, d'après une récente méta-analyse citée par les chercheurs et chercheuses du Giec. Les scientifiques notent cependant que le développement de telles plantes dans des régions à basse fertilité offre des opportunités intéressantes. Mais la concentration de CO₂ modifie également la biochimie des plantes, rendant par exemple les mauvaises herbes plus résistantes aux herbicides. Le changement climatique, à travers les modifications physiques qu'il apporte sur l'environnement (modification des taux de précipitation, par exemple), endommage directement la qualité de diffusion des herbicides.

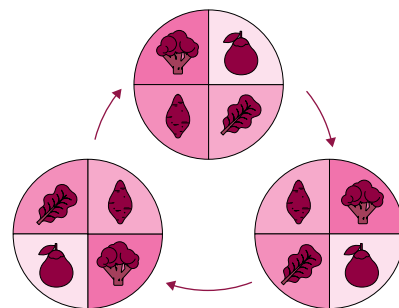
Les altérations extrêmes concernant les taux de précipitations ont également un impact sur la qualité du sol dans lequel poussent les cultures. D'après le Giec, celles-ci réduisent les fonctions biologiques des sols et augmentent le risque d'inondations, d'engorgement ou d'érosion des terres. La montée du niveau de la mer est un autre danger pour l'équilibre des sols, et est à l'origine de l'acidification et de l'augmentation du taux de salinité des sols côtiers, tuant déjà de nombreuses cultures.

Le deuxième groupe de travail du Giec formule une liste non-exhaustive de conséquences – directes et indirectes – qu'engendre le réchauffement climatique sur l'agriculture mondiale. « *L'alimentation et la nature interagissent de manière complexe via des facteurs politiques, économiques, sociaux, culturels et démographiques, conduisant à des problématiques en matière de sécurité alimentaire et de durabilité* », écrivent les scientifiques au début du chapitre 5 du rapport. Pour lutter contre ces transformations, qui mènent aujourd'hui des centaines de millions d'êtres humains vers l'insécurité alimentaire, la réponse devra être globale.

Existe-t-il d'autres moyens de cultiver les terres ?

Pour pallier les chutes de rendements des récoltes résultant du réchauffement climatique, il est nécessaire d'adapter la façon dont on cultive les terres. Pour David Makowski, de l'unité Mathématiques et informatique appliquées (MIA – Univ. Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech), l'agroécologie est une des solutions à explorer. D'ailleurs, les scientifiques du Giec font le même constat : dans le troisième

volet de leur sixième rapport, l'agroécologie est présentée comme une solution viable pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole. « *C'est une tendance actuelle ayant pour principe de mobiliser les ressources biologiques nécessaires à la production agricole, en limitant au maximum l'usage de produits chimiques*, explique le chercheur. *Cela consiste à trouver tous les moyens biologiques possibles pour limiter l'usage d'engrais, de pesticides, etc. On peut par exemple mobiliser des espèces comme des légumineuses qui vont fixer l'azote atmosphérique, ou encore des méthodes de biocontrôle qui limitent l'impact de maladies ravageant les cultures, en utilisant aussi peu que possible de produits chimiques nocifs pour l'environnement.* » Ainsi, l'agroécologie est un ensemble de pratiques visant à préserver l'environnement tout en maintenant un haut niveau de rendement agricole. « *En pratique, il est toutefois difficile de ne pas perdre du tout de rendement avec des pratiques agroécologiques, par comparaison à des cultures utilisant de nombreux produits chimiques* », constate David Makowski.



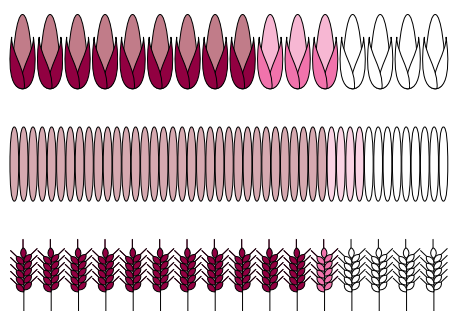
L'agriculture de conservation est un système de culture qui a été proposé dans ce contexte. « *C'est un système particulier qui combine trois pratiques : le non-recours au labour du sol, la rotation des cultures (au moins trois espèces cultivées en rotation), et le maintien d'un couvert végétal du sol. L'agriculture de conservation a fait l'objet d'énormément d'expérimentations dans plein de régions du monde et pour différentes raisons ; à la fois économiques (une absence de labour signifie moins d'énergie dépensée par les agriculteurs et un gain de temps) et écologiques (amélioration de la qualité des sols). En principe, avec l'agriculture de conservation, on stocke plus de carbone dans le sol, on augmente leur biodiversité et on limite les risques d'érosions* », explique David Makowski. L'agriculture de conservation suscite de nombreux intérêts, allant parfois à l'encontre des idéaux fondateurs de cette agriculture. « *Sur le continent américain, ce système a été associé à l'usage de cultures génétiquement modifiées. Celles-ci sont rendues résistantes au glyphosate, un herbicide très puissant. En effet, le travail de la terre permet de tuer les mauvaises herbes.* »



En l'absence de labour, des mauvaises herbes se développent plus facilement, entrent en compétition avec la culture et diminuent les rendements de production », explique David Makowski. Pour gérer ce problème, les industriels ont proposé d'utiliser le glyphosate, qui nécessitait alors le développement de cultures résistantes à ce produit. L'objectif a été atteint en modifiant génétiquement certaines espèces cultivées, comme le maïs ou le soja. « C'est un réel "package technologique" qui s'est développé : pas de labour, combiné à des cultures génétiquement modifiées et du glyphosate. Cela a très bien fonctionné et a rapidement été appliqué à très grande échelle en Amérique du Nord et du Sud. C'est un peu paradoxal, car ce système d'agriculture de conservation a été défendu par l'agro-industrie, pour produire à grande échelle et de manière intensive, et également par les défenseurs de l'agroécologie qui avaient des idéaux orientés vers la protection de l'environnement. »

Dans ses derniers travaux basés sur des méta-analyses de données obtenues dans des systèmes agro-écologiques, David Makowski s'intéresse à l'intérêt de différentes pratiques agricoles dans le but d'obtenir des rendements élevés tout en limitant les impacts environnementaux : « À quel point peut-on limiter les risques de pollution de l'eau ou les émissions de gaz à effet de serre ? À quel point peut-on augmenter la biodiversité au sein de systèmes agroécologiques ? »

Adapter les cultures au changement climatique



Le réchauffement climatique a déjà changé la planète et les systèmes agricoles mondiaux. La hausse des températures assèche certains pays, diminuant drastiquement leur capacité de production agricole. « Il y aura des gagnants et des perdants », explique David Makowski. Il est clair que vont émerger de gros problèmes induits par le réchauffement climatique, mais aussi des opportunités. La question est : où seront-elles et comment en profiter ? » Ainsi, des régions du monde où la culture des céréales était difficile au xx^e siècle ont déjà profité de l'augmentation des températures. L'Ukraine et la Russie sont par exemple devenues d'importantes productrices de blé ces dernières années, en

partie grâce au réchauffement climatique. À l'aune de l'invasion russe de l'Ukraine, il est d'ailleurs important de souligner que guerre et insécurité alimentaire vont de pair. L'agression russe aura de fortes répercussions sur l'approvisionnement en matières premières agricoles, notamment en Afrique du Nord et au Moyen-Orient.

De nombreuses stratégies d'adaptation existent déjà pour s'accorder au changement du climat : avec l'augmentation des températures, il est déjà possible d'accroître le nombre de récoltes annuelles dans certaines régions (deux à trois récoltes de riz par an sont effectuées en moyenne en Asie du Sud). La sélection variétale est également à l'étude, pour s'assurer de cultiver les meilleures espèces en fonction des évolutions climatiques. « L'adaptation au changement climatique doit faire partie des stratégies à considérer, note pour sa part Christophe Gouel, du laboratoire Paris-Saclay Applied Economics (PSAE – Univ. Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech). Quand on parle d'adaptation de l'agriculture, on parle du développement de nouvelles semences résistantes à la sécheresse, de la construction de barrages pour l'irrigation des cultures, etc. » Mais on oublie souvent que l'adaptation se fait aussi via les marchés agricoles. Dans ses travaux récents, le chercheur aborde la question des transitions nutritionnelles qui surviendront sur la planète.

Les agriculteurs et agricultrices du monde entier seront donc incitées à planter des cultures différentes à la fois du fait des différences de rendements liées au dérèglement climatique mais aussi des changements de prix. D'après les simulations de Christophe Gouel, le rôle du marché dans l'adaptation de l'agriculture au réchauffement climatique est essentiel. Sans cette adaptation, « on observe des pertes non négligeables liées au changement climatique, mais celles-ci sont encore plus importantes si on empêche l'évolution des flux de commerce de se produire. On montre aussi que du fait du changement climatique, d'importants changements commerciaux auront lieu. Certains pays connus comme des exportateurs historiques perdront ce titre. En revanche, des pays aux conditions climatiques aujourd'hui plus extrêmes, comme l'Argentine, deviendront de plus gros producteurs : il y aura des changements importants dans les parts de commerce. »

Répondre à l'insécurité alimentaire

Sera-t-il possible de nourrir la population mondiale, dont une grande partie est déjà en proie à l'insécurité alimentaire, à mesure que les effets du réchauffement climatique

s'accroîtront ? « À priori, les résultats mis en avant par la littérature disent que oui, commente David Makowski. Cela sera difficile sans une intensification de l'agriculture, au moins dans certaines zones géographiques où l'agriculture est pour l'instant relativement extensive, sur le continent africain par exemple. Cela sera d'autant plus facile à faire à mesure qu'évolueront nos régimes alimentaires, en particulier si la consommation de viande diminue. La démographie augmente et la demande alimentaire avec elle ; mais on a encore quelques marges de progrès au niveau des rendements, notamment. Aussi, avec le changement climatique, on a une marge de progrès concernant l'accroissement des surfaces cultivables, dans des zones aujourd'hui difficilement exploitables en raison des températures trop faibles. En termes de sécurité alimentaire, je pense que le panorama global des résultats scientifiques indique qu'on pourrait s'en sortir. »

Comme le démontrent le Giec ou la FAO, si rien n'est fait pour s'y adapter, le réchauffement climatique aggravera la situation d'insécurité alimentaire mondiale dans laquelle sont déjà plongées près de 800 millions de personnes, d'après l'ONU. Il n'est en effet plus question d'empêcher le réchauffement climatique, mais bien de s'adapter à ses conséquences sur la planète et sur notre mode de vie.

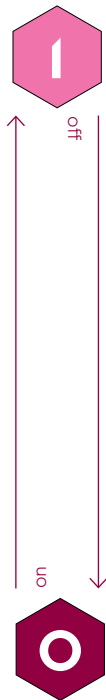
Publications

- IPCC WGII. *Sixth Assessment Report – Chapter 5: Food, Fibre, and other Ecosystem Products*. 2022.
- Su, Y., Gabrielle, B. & Makowski, D. *A global dataset for crop production under conventional tillage and no tillage systems*. *Sci Data* 8, 33, 2021.
- Gouel C., Laborde D. *The crucial role of domestic and international market-mediated adaptation to climate change*. *Journal of Environmental Economics and Management*, Volume 106, 2021.

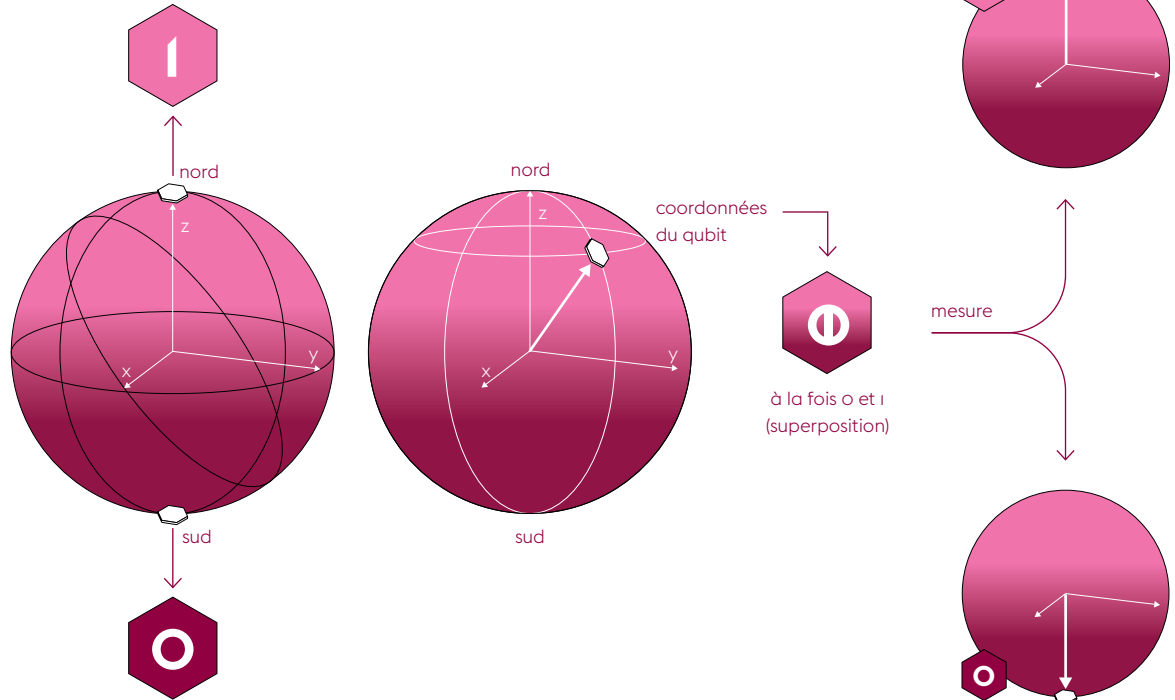
Titre

Ambitions quantiques : positionner la France à la pointe des technologies

BIT CLASSIQUE



QUBIT



Tour d'horizon de quelques projets intégrés à la stratégie quantique nationale auxquels sont associés les chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay.

Comme l'annonçait la présidente de l'Université Paris-Saclay, Sylvie Retailleau, en préambule de la conférence « *Ambitions quantiques : renforcer le leadership de Europe* » organisée le 21 février 2022 dans le cadre de la présidence française de l'Union européenne : « *le développement des technologies quantiques est aujourd'hui à la croisée des chemins, entre opportunités et défis* ».

Avec leur fort potentiel de rupture et de transformation économique ou sociétale, les technologies quantiques représentent un domaine de recherche des plus compétitifs, à l'interface entre recherche fondamentale et appliquée. Qu'il s'agisse de nouvelles approches en physique des hautes énergies, de chimie quantique, d'informatique quantique, de cryptographie quantique ou encore de capteurs quantiques, leurs possibles retombées expliquent que ces technologies fassent l'objet d'une intense course mondiale où se

côtoient laboratoires de recherche, start-up émergentes et géants du numérique.

Une stratégie nationale dédiée

Intégré au Plan quantique – la stratégie française quantique – lancé par le Président de la République Emmanuel Macron le 21 février 2021 depuis le plateau de Saclay, le Programme et équipements prioritaires de recherche (PEPR) Technologies quantiques est un des premiers dispositifs créés en soutien de recherches, au meilleur niveau mondial, réalisées dans ce domaine. Piloté par le CEA, le CNRS et Inria, il a pour objectif de positionner la France à la pointe des développements et d'asseoir le leadership français.

Avec son enveloppe de 150 millions d'euros, il vient soutenir des projets tournés vers six axes : les simulateurs et les accélérateurs quantiques, le passage à l'échelle de l'ordinateur quantique, les capteurs quantiques, la cryptographie post-quantique, les communications quantiques et les technologies habilitantes. Le dispositif poursuit également quatre axes transverses qui sont le développement du capital humain, le renforcement des infrastructures technologiques, l'amélioration de l'environnement entrepreneurial, et le renforcement

de l'interdisciplinarité et de la prise de risque dans la recherche amont. Début mars 2022, dix premiers projets impliquant des laboratoires et des start-up issus des pôles quantiques de Paris-Saclay, Grenoble et Paris-centre, et deux équipements structurants EquipEx+ ont été retenus pour financement. Les chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay sont impliquées dans sept de ces projets et dans l'EquipEx+ e-DIAMANT, piloté par l'École normale supérieure Paris-Saclay et qui doit créer toute la chaîne de fabrication de diamants destinés à des applications quantiques.

Qubits et information quantique

Point névralgique des recherches, le qubit est l'homologue quantique du bit de l'informatique traditionnelle. Si ce dernier transcrit une information de façon binaire (0 ou 1), selon le passage (ou non) d'un courant électrique et la circulation de charges électriques dans le système, le qubit, lui, est généré par des objets quantiques (atomes, particules, spins...) intégrés au système et son état (ou sa valeur) est loin d'être aussi tranché. Cet état est défini comme une superposition de l'état 0 et 1, et est donné par une équation mathématique qui démontre une infinité de valeurs possibles.

Dès lors, l'information logée dans les qubits se révèle d'une grande richesse. C'est cette richesse qui est à l'origine de l'enthousiasme autour de l'ordinateur quantique, dont les capacités de calcul s'annoncent décuplées. Dans un tel système, les opérations de calcul s'effectuent en agissant sur les qubits au moyen de dispositifs physiques. Or tout le problème est là. La superposition quantique, et plus généralement les effets quantiques, sont fragiles et très sensibles à l'environnement et aux perturbations extérieures qui affectent inévitablement les systèmes physiques. Elle peut rapidement être perdue et entraîner la décohérence des qubits. Cette décohérence les rend illisibles et cela influe sur l'information quantique : elle est détériorée par l'accumulation d'erreurs aléatoires.

L'importance de la cohérence

Un des enjeux est de réussir à prolonger au maximum la cohérence des qubits, c'est-à-dire leur stabilité et la durée pendant laquelle il est possible d'effectuer des calculs. Pour ce faire, plusieurs types de qubits sont à l'étude. Leurs caractéristiques varient en fonction de la nature de l'objet quantique sur lequel ils s'appuient : supraconducteurs, atomes piégés, photons, spins nucléaires, spins d'électrons, etc. Pourtant, malgré les multiples annonces concernant le nombre toujours plus important de qubits atteints par les processeurs quantiques développés par les géants industriels, il n'existe toujours pas d'architecture matérielle capable d'engendrer des qubits protégés contre la décohérence.

Pour lutter contre elle, l'approche la plus répandue est de faire appel à la redondance : au lieu de n'être codée que dans un seul qubit, l'information quantique est inscrite dans un grand nombre de qubits. Ces qubits « physiques », qui forment un qubit « logique » ou « protégé », préservent l'information quantique. Quoique prometteuse, cette approche nécessite un très grand nombre de qubits physiques pour former un seul qubit logique. Or les prédictions les plus optimistes s'accordent sur le fait qu'il faut disposer de 1 000 qubits physiques afin d'obtenir 1 qubit logique et réussir à faire tourner des algorithmes pourtant faiblement demandeurs, avec des taux d'erreurs de moins de 1 % sur toutes les opérations.

Des qubits plus robustes pour le calcul quantique

Le projet RobustSuperQ vise justement à accélérer la R&D française sur les qubits supraconducteurs et hybrides protégés, par construction, contre la décohérence. Il envisage, dans les cinq prochaines années, de développer des qubits supraconducteurs de

nouvelle génération et de mettre au point un nouveau type de processeur quantique, corrigé, de haute-fidélité, pilotable et mesurable, et composé de qubits physiques très robustes, dont un petit nombre forme un qubit logique.

En collaboration avec l'ensemble des acteurs académiques et privés (dont l'industriel ATOS et les start-up C12 et Alice & Bob) de la communauté des circuits quantiques, les groupes Quantronique et Nanoélectronique du Service de physique de l'état condensé (SPEC – UPSaclay, CEA, CNRS), les équipes de l'Institut de physique théorique (IPhT – UPSaclay, CNRS, CEA) et Théorie du Laboratoire de physique des solides (LPS – UPSaclay, CNRS) exploreront en parallèle trois pistes de développement : les qubits dits « de chat » stabilisés dynamiquement, une architecture hybride à base de spins électronucléaires très cohérents couplés magnétiquement à des circuits supraconducteurs, et les qubits supraconducteurs protégés topologiquement contre la décohérence.

Vers de nouveaux simulateurs quantiques

Si l'ordinateur quantique universel est aujourd'hui encore lointain, des plateformes sont déjà capables de réaliser des simulations quantiques complexes et inaccessibles aux méthodes de calcul classiques. Certaines s'appuient sur des matrices d'atomes piégés par un système de « pinces optiques » et mis en interaction par un laser les plongeant dans un niveau d'excitation très élevé dit « état de Rydberg ». D'autres utilisent des atomes ultra-froids – refroidis à des températures très proches du zéro absolu (0 K ou -273,15 °C) – en interaction dans des réseaux optiques par faisceaux laser.

L'objectif du projet QubitAF est d'améliorer ces deux types de plateformes en augmentant le nombre d'atomes manipulés, et de caractériser et certifier les résultats. Les trois groupes expérimentateurs impliqués, dont le Laboratoire Charles Fabry (LCF – UPSaclay, IOGS, CNRS), et la start-up Pasqal issue du LCF auront pour mission de développer une nouvelle génération de simulateurs de Rydberg et de nouveaux types de simulateurs à atomes froids. Il s'agit également de mettre au point de nouveaux outils pour diagnostiquer les propriétés quantiques de ces systèmes, telles que l'intrication ou les corrélations quantiques.

Améliorer la tolérance aux fautes

Si disposer d'un grand nombre de qubits et d'une cohérence suffisamment longue sont des éléments importants, il faut également que le système soit en capacité de maintenir un faible

taux d'erreurs. Cela passe par l'implantation de routines de correction d'erreurs : des codes correcteurs. Leur rôle est de délocaliser l'information quantique d'une partie du système vers d'autres systèmes physiques, pour mieux la protéger du bruit environnant.

Au sein du projet NISQ2LSQ, la vingtaine d'équipes académiques impliquées, dont Quantronique du SPEC et celles du LCF et du Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N – UPSaclay, CNRS, Univ. de Paris), et les start-up Alice&Bob et Quandela issue du C2N, ont pour ambition de mettre au point de nouvelles stratégies de correction d'erreurs efficaces et d'obtenir par là des ordinateurs quantiques tolérants aux fautes. Les recherches se tourneront vers les codes bosoniques, les codes photoniques et les codes LDPC (*Low-Density Parity-Check*), qui seront explorés sur deux types de plateformes physiques : les circuits supraconducteurs et les circuits photoniques. D'ici cinq ans, les partenaires ambitionnent de réaliser un prototype de processeur quantique supraconducteur à base des qubits de chat, plus tolérant aux fautes, de définir des architectures de calcul fondées sur la mesure exploitant les codes photoniques et de déterminer les éléments nécessaires à leur construction.

Des algorithmes quantiques plus efficaces et élargis

Pour obtenir un réel avantage quantique, il ne suffit pas de construire une machine fonctionnant selon les principes quantiques, il faut aussi développer des algorithmes efficaces, exploitant les spécificités de la mécanique quantique et capables de résoudre efficacement les problèmes. Un des défis est de proposer de nouvelles techniques algorithmiques dont l'avantage est réel et prouvé, mais aussi d'enrichir les domaines d'application potentiels du traitement quantique de l'information.

Plus d'une vingtaine de partenaires académiques et privés travailleront au sein du projet EPiQ à développer des algorithmes quantiques dans les domaines de l'optimisation, l'apprentissage machine, la simulation de systèmes physiques ou la chimie, tant pour des machines NISQ (*Noisy Intermediate-Scale Quantum*) – comportant 50 à 100 qubits sans correction d'erreur fiable mais capables d'effectuer des tâches supérieures aux ordinateurs classiques – que pour des machines tolérantes aux fautes. L'équipe-projet QUACS du Laboratoire méthodes formelles (LMF – UPSaclay, CNRS, ENS Paris-Saclay, CentraleSupélec, Inria), les équipes du Laboratoire d'intégration de systèmes et de technologies (List – UPSaclay, CEA), du Laboratoire interdisciplinaire des



sciences du numérique (LISN – UPSaclay, CEA, CNRS) et de l'IPhT s'attacheront à mettre au point de nouveaux algorithmes quantiques, à mieux définir les architectures et les langages des machines actuelles, et à les simuler pour mieux les comprendre.

Cryptographie et communication quantiques : mieux résister aux attaques

Avec les progrès liés au calcul quantique, c'est tout le domaine de la cryptographie et de la sécurité des communications qui sont remises en question, notamment le web et son protocole TLS (le cadenas des navigateurs). Alors que cette sécurité repose sur la robustesse d'algorithmes cryptographiques difficiles à résoudre par un ordinateur classique, elle n'opposerait que peu de résistance face à un ordinateur quantique. Devant ces menaces, les partenaires du projet PQ-TLS, dont le Laboratoire de mathématiques de Versailles (LMV – UPSaclay, UVSQ, CNRS) et le LMF, ont pour objectif de développer de nouveaux schémas de chiffrement et de signature pour faire passer la cryptographie à l'ère post-quantique et rendre les protocoles résistants aux attaques.

La distribution quantique de clés repose par ailleurs essentiellement sur une hypothèse : celle que les appareils employés réalisent exactement les opérations prévues par les protocoles. Un élément difficile à vérifier en pratique. L'objectif du projet DIQKD, qui comprend notamment une équipe de l'IPhT, est de réaliser le premier prototype de distribution quantique de clés de type « boîte noire », capables de garantir, pour des appareils peu ou partiellement caractérisés, une confidentialité sans précédent des communications sur une distance plus importante, et de résister aux attaques quantiques. De son côté, le projet QcommTestbed, auquel le C2N prend part, vise à doter les équipes académiques et industrielles d'une infrastructure nationale d'essais flexible et évolutive pour des applications de communication quantique. Ce banc d'essai sera utilisé pour franchir les étapes successives entre les démonstrations en laboratoire, les prototypes sur le terrain et les produits commerciaux.

Autant d'éléments qui doivent faire basculer le développement des technologies quantiques vers une nouvelle ère.

Titre

Anticiper la réponse de l'ordinateur quantique

À l'IJCLab, Denis Lacroix et son équipe conçoivent des algorithmes capables de décrire des ensembles de particules en interaction et testent leurs calculs en anticipant les futurs ordinateurs quantiques.

Physicien théoricien au Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – UPSaclay, CNRS, Univ. de Paris), Denis Lacroix étudie les interactions fortes entre protons et neutrons des noyaux atomiques, qu'il modélise généralement sur des ordinateurs classiques. «*Mais avec un grand nombre de particules en interaction, les matrices atteignent vite des dimensions critiques et explosent*», signale le chercheur. Des limites qui s'effacent potentiellement avec l'ordinateur quantique.

Avec son équipe, Denis Lacroix analyse de quelle manière il sera possible d'utiliser ces machines. «*On prépare l'avenir, pour le jour où elles seront prêtes*. » Le chercheur met au point des méthodes et des algorithmes destinés à résoudre des problèmes auxquels les ordinateurs classiques ne peuvent s'attaquer. Dans ses derniers travaux, il s'est intéressé au spin total d'un système à n corps. «*On a mis au point un algorithme capable de trier le spin total d'un ensemble de particules, c'est-à-dire de filtrer ce système désordonné pour ne retenir que les spins qui sont dans une orientation donnée*. » Il a également cherché à calculer l'énergie d'un système quantique dans différents états. «*La méthode est itérative et hybride : on fait varier les paramètres du système sur un ordinateur classique, puis on calcule sur un ordinateur quantique quelle est son énergie grâce à une fonction d'onde qu'on a préparée, et on réajuste les paramètres au fur et à mesure*. »

Pour tester les algorithmes mis au point, le chercheur utilise un émulateur d'ordinateur quantique mis gratuitement à disposition par IBM via un cloud. «*On fait "comme si" on travaillait avec un vrai ordinateur quantique, sans en avoir les derniers développements*. » Pour la suite, le chercheur envisage de pousser à son maximum la description des noyaux : «*il s'agit d'aller vers des noyaux de plus en plus grands, et de voir comment le système évolue, vibre, bouge et va jusqu'à la fission* ».

Publication • Guzman E. A. R., Lacroix D. Accessing ground-state and excited-state energies in a many-body system after symmetry restoration using quantum computers. *Phys. Rev. C* 105, 024324, (2022).

Titre

Un détecteur de photons micro-ondes des plus sensibles

Au Service de physique de l'état condensé (SPEC – UPSaclay, CEA, CNRS), Emmanuel Flurin et ses collègues repoussent les limites de la résonance magnétique avec un ingénieux compteur de photons micro-ondes capable de détecter un très faible nombre de spins électroniques.

Le dispositif mis au point par les scientifiques du SPEC combine circuits quantiques supraconducteurs et spins d'électrons dans des solides, et s'applique à des températures cryogéniques. Le spin est un système à deux niveaux quantiques distincts – fondamental et excité –, qui passe d'un état à l'autre via l'absorption/l'émission d'un photon unique dont l'énergie est dans le domaine micro-onde. La désexcitation ne se faisant spontanément qu'après un temps très long, il est possible de l'accélérer grâce à une cavité résonante supraconductrice. Les photons émis sont alors collectés par le compteur de photon micro-onde, constitué d'un qubit supraconducteur capable d'absorber le photon de manière irréversible. La mesure ultérieure du qubit dans son état excité signale la présence du photon et se traduit par un click du détecteur. «*Compter les spins, ça revient à lire le qubit supraconducteur dans son état excité*», résume Emmanuel Flurin. L'équipe a récemment apporté une preuve de principe en détectant un petit ensemble de spins électroniques dans du silicium.

Le projet INGENIOUS, lauréat d'une ERC Starting Grant en 2021 et porté par le chercheur, s'inscrit dans la continuité de ces recherches. «*On souhaite développer de nouvelles générations de compteurs de photons capables d'atteindre une sensibilité suffisante pour détecter un spin électronique individuel*. » Cela ouvrirait à des applications en informatique quantique. Les travaux se tourneront vers les spins électroniques d'ions erbium (Er^{3+}) dans un cristal d'oxyde de tungstène, dont l'équipe a récemment observé des temps de cohérence de 23 ms. «*Si on parvient à manipuler un spin électronique individuel, on peut aussi le faire avec ses voisins, les spins nucléaires, dont les temps de cohérence sont potentiellement encore plus longs*. »

Publication • Albertinale, E. et al. Detecting spins by their fluorescence with a microwave photon counter. *Nature* 600, 434–438 (2021).

Titre

L'oncologie à l'Université Paris-Saclay

LES LABORATOIRES ET STRUCTURES LIÉS À L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY IMPLIQUÉS DANS LA THÉMATIQUE

- 1 – BECCOH (UPSaclay, UVSQ)
- 2 – BioCIS (UPSaclay, CNRS, Univ. Cergy-Pontoise)
- 3 – BIOMAPS (UPSaclay, CEA, CNRS, Inserm)
- 4 – CCT (UPSaclay)
- 5 – CESP (UPSaclay, UVSQ, Inserm)
- 6 – CMBC (UPSaclay, CNRS, Inserm, Institut Curie)
- 7 – CSHMyelo (UPSaclay, Gustave Roussy, Inserm)
- 8 – DYNAMO (UPSaclay, Inserm, Gustave Roussy)
- 9 – GABI (UPSaclay, INRAE, AgroParisTech)
- 10 – GIRC (UPSaclay, CNRS, Institut Curie)
- 11 – HEPAREG (UPSaclay, Inserm)
- 12 – I2BC (UPSaclay, CEA, CNRS)
- 13 – IBISC (UPSaclay, Univ. d'Évry)
- 14 – ICMMO (UPSaclay, CNRS)
- 15 – ICP (UPSaclay, CNRS)
- 16 – ICSN (UPSaclay, CNRS)
- 17 – IGC (UPSaclay, Gustave Roussy, CNRS)
- 18 – IGPS (UPSaclay, CNRS)
- 19 – IJCLab (UPSaclay, CNRS, Univ. Paris Cité)

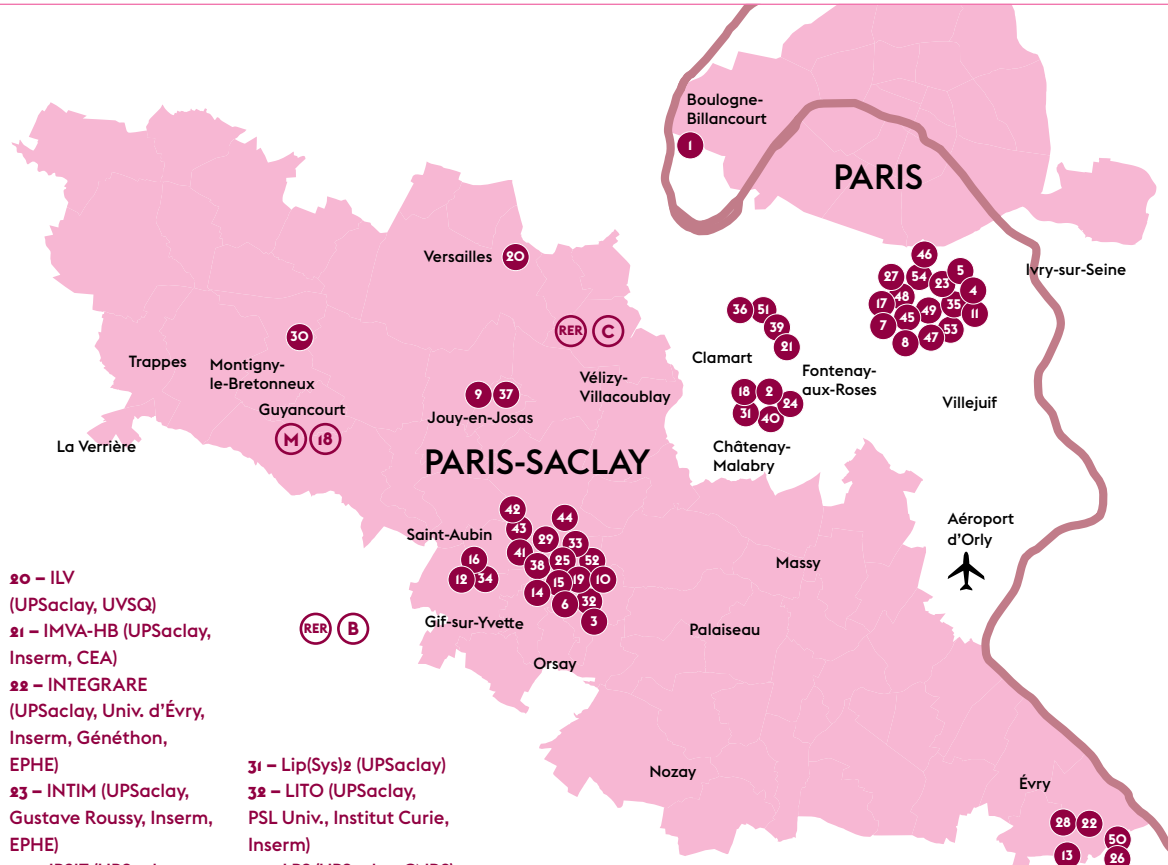
- 20 – ILV (UPSaclay, UVSQ)
- 21 – IMVA-HB (UPSaclay, Inserm, CEA)
- 22 – INTEGRARE (UPSaclay, Univ. d'Évry, Inserm, Généthron, EPHE)
- 23 – INTIM (UPSaclay, Gustave Roussy, Inserm, EPHE)
- 24 – IPSIT (UPSaclay, Inserm, CNRS)
- 25 – ISMO (UPSaclay, CNRS)
- 26 – I-STEM (UPSaclay, Inserm, Univ. d'Évry)
- 27 – ITIC (UPSaclay, Gustave Roussy, Inserm)
- 28 – LAMBE (UPSaclay, Univ. d'Évry, CNRS, Univ. Cergy-Pontoise)
- 29 – LBPA (UPSaclay, ENS Paris-Saclay, CNRS)
- 30 – LGBC (UPSaclay, UVSQ)

- 31 – Lip(Sys)2 (UPSaclay)
- 32 – LITO (UPSaclay, PSL Univ., Institut Curie, Inserm)
- 33 – LPS (UPSaclay, CNRS)
- 34 – LuMin (UPSaclay, ENS Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec)
- 35 – METSY (UPSaclay, CNRS, Gustave Roussy)
- 36 – M12 (UPSaclay, Inserm)
- 37 – MICALIS (UPSaclay, INRAE, AgroParisTech)
- 38 – MICS (UPSaclay, CentraleSupélec)
- 39 – MIRcen (UPSaclay, CEA)
- 40 – MS (UPSaclay)

- 41 – MTS (UPSaclay, CEA, INRAE)
- 42 – Neuro-PSI (UPSaclay, CNRS)
- 43 – NeuroSpin (UPSaclay, CEA)
- 44 – NIMBE (UPSaclay, CEA, CNRS)
- 45 – ONCOSTEM (UPSaclay, Inserm)
- 46 – PHYSEND0 (UPSaclay, Inserm)
- 47 – PMNCO (UPSaclay, Gustave Roussy, Inserm)

- 48 – RaMo-IT (UPSaclay, Gustave Roussy, Inserm)
- 49 – RETRO-ENDO (UPSaclay, CNRS, Gustave Roussy)
- 50 – SABNP (UPSaclay, Inserm, Univ. d'Évry)
- 51 – SGCSR (UPSaclay, Inserm, CEA, Univ. Paris Cité)
- 52 – SRC (UPSaclay, Inserm, CNRS, Institut Curie)

- 53 – StORM (UPSaclay, Inserm, SSA)
- 54 – TCD (UPSaclay, Gustave Roussy, Inserm)



200 chercheurs et chercheuses

150 enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs

100 praticiennes hospitalières et praticiens hospitaliers

130 personnels ingénieurs, techniciens et administratifs

Les principaux axes de recherche :

- Cibles, ligands et molécules thérapeutiques
- Sondes moléculaires, métabolites et biomarqueurs
- Formulation, adressage, vectorisation, galénique, biomatériaux
- Cellules souches, thérapies cellulaires et géniques
- Immunité, inflammation et infection
- Cancer
- Physiopathologie de l'hépatobiliaire
- Thérapies innovantes : accès, médecine personnalisée, évaluation et soins aux patients

Un écosystème riche et dynamique

- Cancer Campus Grand Paris
- Centre de protonthérapie d'Orsay
- École des sciences du cancer
- Paris-Saclay Cancer Cluster
- Pôle Cancer de l'Institut Paris-Saclay en santé et innovation thérapeutique

Une quarantaine de masters 1 et 2 des mentions Biologie-Santé ; Chimie ; Santé publique ; Sciences du médicament et des produits de santé

Les Graduate Schools

- Chimie
- Life Sciences and Health
- Health and Drug Sciences
- Santé publique
- Physique
- Science de l'ingénierie et des systèmes

Les Objets Interdisciplinaires

- HEALTHI
- Hub PASREL
- iNanoTheRad
- LivingMachines @Work
- MétabioDivex
- BioProbe

Les écoles doctorales :

- Cancérologie : biologie – médecine – santé (CBMS)
- Innovation thérapeutique, du fondamental à l'appliqué (ITFA)

Quelques start-up créées :

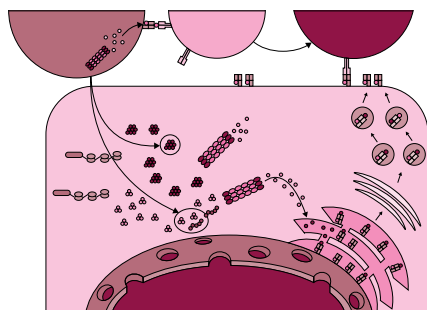
- Abbelight
- Elikya Therapeutics
- Elyssamed
- Everimmune
- Findimmune
- Graegis Therapeutics
- Ribonexus
- TheraPanacea
- VitaDX

– Santé publique

- Signalisations et réseaux intégratifs en biologie (BIOSIGNE)
- Structure et dynamique des systèmes vivants (SDSV)



Elikya Therapeutics et PTPs-VAC : Innovation thérapeutique en immuno-oncologie



Mouad Alami, directeur du laboratoire Biomolécules : conception, isolement, synthèse (BioCIS – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Cergy-Pontoise) et Sébastien Apcher, chercheur au sein de l'unité Immunologie des tumeurs et immunothérapie contre le cancer (ITIC – Univ. Paris-Saclay, Gustave Roussy, Inserm) co-fondent en décembre 2021 la start-up de biotechnologies Elikya Therapeutics. Axée sur la découverte de nouveaux médicaments, elle s'engage à fournir des candidats cliniques de nouvelle génération, suite à un portefeuille de quatre brevets déposés par l'Université Paris-Saclay, Gustave Roussy et CNRS Innovation. Mouad Alami détaille : «*Nous développons des petites molécules pour répondre à des besoins spécifiques dans ce domaine*». En outre, Sébastien Apcher porte le projet PTPs-VAC, dédié à la conception de nouveaux vaccins peptidiques anti-cancéreux. Il précise : «*Ces travaux sont soutenus par la SATT Paris-Saclay, et un nouveau brevet est en cours de préparation en vue de cofonder une nouvelle start-up*».

Findimmune : Des thérapies anticancéreuses et immunitaires

La start-up biopharmaceutique Findimmune développe trois nouvelles combinaisons thérapeutiques pour faciliter l'accès des patientes et patients à des traitements anticancéreux et immunitaires. Elles sont basées sur l'étude des mécanismes fondamentaux et l'identification d'une vingtaine de molécules sélectionnées pour leur capacité à augmenter les effets de la radiothérapie et à stimuler le système immunitaire. Spin off de Gustave Roussy et soutenue par la SATT Paris-Saclay, elle est cofondée par Éric Deutsch, professeur des universités, praticien hospitalier en radiothérapie et codirecteur de l'unité Radiothérapie moléculaire et

innovation thérapeutique (RaMo-IT – Univ. Paris-Saclay, Gustave Roussy, Inserm), Angelo Paci, professeur en pharmacologie à la Faculté de pharmacie de l'Université Paris-Saclay et chef du service pharmacologie à Gustave Roussy, Jean-Luc Perfettini, directeur de recherche à l'Inserm et codirecteur de l'unité RaMo-IT, et l'entrepreneur Guillaume Brion. «*Grâce au croisement de nos compétences, nous avons conçu une plateforme innovante de découverte de nouveaux candidats médicaments, et sommes ravis de l'intérêt que lui portent déjà plusieurs groupes pharmaceutiques*», commente Jean-Luc Perfettini.

<https://www.findimmune.com/>

TheraPanacea : Améliorer les traitements grâce à l'IA

Issue de plus de quinze ans de recherches au sein de CentraleSupélec et Inria en partenariat avec l'Institut Gustave Roussy, la start-up TheraPanacea voit le jour en 2017. Fondée et dirigée par Nikos Paragios, professeur de mathématiques appliquées à CentraleSupélec, elle propose une solution pour l'optimisation de soin en cancérologie en exploitant les mathématiques, la physique, l'intelligence artificielle et les données de traitement. Sa suite logicielle ART-Plan produit un jumeau numérique en 3D du patient, suit son évolution anatomique et permet aux médecins de proposer le meilleur plan de radiation. «*Les facteurs les plus importants pour contrer le cancer sont la qualité des soins et le temps. Nous donnons la possibilité aux médecins de proposer les meilleurs traitements aux patients et de les démarrer plus tôt grâce à une économie de temps dans la préparation du plan de traitement qui peut aller jusqu'à 95 %*».

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

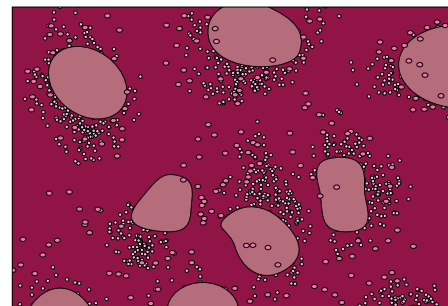
Une solution de traitement d'imagerie médicale récompensée

Les étudiants André Guerassimov, en dernière année à CentraleSupélec et en master entrepreneuriat et management de projets innovants à l'Université Paris-Saclay, Tanel Petelot, en deuxième année à CentraleSupélec, et Manon Pietrantonni, en double cursus à l'ENS Paris-Saclay et en master biologie-santé à l'Université Paris-Saclay, ont remporté en novembre dernier le «*Challenge Start-Up*» de l'Université Paris-Saclay avec les félicitations du jury pour leur projet Quanteam. Le prix, un séjour immersif d'une semaine à la Silicon

Valley, récompense leur projet de développer une solution innovante de post-traitement algorithmique en imagerie médicale. «*Il s'agit d'aider les médecins, en pratique clinique, à mieux caractériser le cancer, en mettant à leur disposition des outils de traitement d'images très sophistiqués, actuellement réservés au monde de la recherche*», commente Manon Pietrantonni. Développée sur la base des travaux de thèse de Florent Besson, médecin nucléaire et enseignant-chercheur au sein des hôpitaux universitaires Paris-Saclay, et Sylvain Faure, ingénieur de recherche au Laboratoire de mathématiques d'Orsay (LMO – Univ. Paris-Saclay, CNRS), cette solution pourrait prochainement faire l'objet d'une création de start-up.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/challenge-startup-2021-direction-la-silicon-valley-pour-8-projets-de-startup>

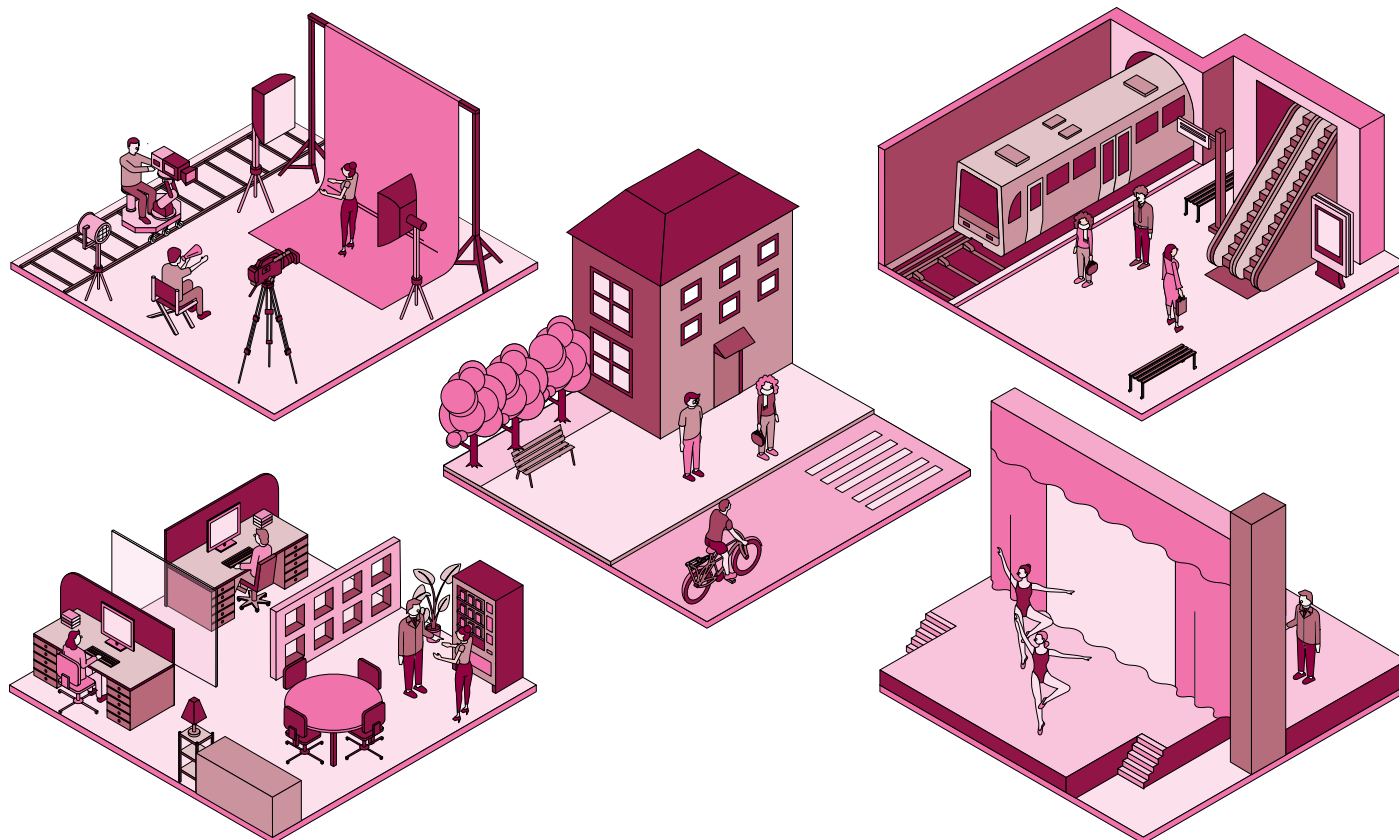
Ribonexus : Dépasser la résistance aux traitements



La start-up de biotechnologie Ribonexus voit le jour à l'été 2021. Elle est le fruit de l'union de la recherche translationnelle et fondamentale et vise à développer de nouveaux traitements pour contrecarrer la résistance aux thérapies de patients atteints de cancer. «*Nous agissons sur le mécanisme plastique qu'est le contrôle de la traduction des ARN messagers, un paramètre biologique qui a été peu exploré dans le domaine thérapeutique*», commente Stéphane Vagner, cofondateur de Ribonexus, et chercheur et directeur du laboratoire Intégrité du génome, ARN et cancer (GIRC – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Institut Curie). Grâce à une levée de fonds de 4 millions d'euros auprès d'investisseurs et un accord de licence avec Pierre Fabre portant sur une série de petites molécules ciblant la protéine eIF4A impliquée dans le mécanisme, «*nous concrétisons aujourd'hui plus de dix ans de recherche et de mise en commun des expertises de nos deux laboratoires*», selon Caroline Robert, cofondatrice de la start-up et chercheuse au laboratoire Prédicteurs moléculaires et nouvelles cibles en oncologie (PMNCO – Univ. Paris-Saclay, Institut Gustave Roussy, Inserm).

Titre

Si le harcèlement sexuel nous était conté



L'historicisation du harcèlement sexuel, au cœur du projet Avisa, ouvre une fenêtre sur le passé des représentations textuelles, picturales, narratives ou cinématographiques de ce phénomène social. Pour mieux le neutraliser aujourd'hui.

5 octobre 2017 : un grondement surgit du milieu du cinéma américain. Près d'une centaine de femmes, dont des actrices de renom, dénoncent dans plusieurs journaux et sur les réseaux sociaux les violences et les assauts sexuels qu'elles ont subis de la part du producteur hollywoodien Harvey Weinstein. Le mouvement MeToo, lancé en 2007 par la travailleuse sociale et militante afro-américaine Tarana Burke pour dénoncer les violences sexuelles et sexistes faites aux femmes des minorités, change d'échelle dans les mois qui suivent. Dans plusieurs pays, les femmes s'organisent et se mettent à défiler pour réclamer davantage de sanctions à l'encontre des agresseurs et faire cesser les violences sexuelles, dont le harcèlement sexuel. Le raz-de-marée #MeToo inonde les réseaux sociaux et en France, les dénonciations se font sous le hashtag #BalanceTonPorc. Le moment est

historique : il consacre la libération de la parole des victimes dans tous les secteurs d'activité. « *S'il est plus visible depuis la vague #MeToo, le harcèlement sexuel n'est pourtant pas "nouveau", bien que ce délit ne soit entré que tardivement dans le droit* », commente la spécialiste de civilisation britannique et d'histoire des idées Armel Dubois-Nayt, du laboratoire Dynamiques patrimoniales et culturelles (DYPAC – Univ. Paris-Saclay, UVSQ), et co-porteuse du projet « Avisa – Historiciser le harcèlement sexuel ».

Pourtant, le monde semble alors prendre conscience de l'étendue du fléau qui gangrène nos sociétés. En octobre 2019, une enquête IFOP pour la Fondation Jean-Jaurès et la Fondation européenne d'études progressistes menée en avril 2019 auprès d'un échantillon de plus de 5 000 femmes de cinq pays de l'Union européenne – Allemagne, Espagne, France, Italie, Royaume-Uni – représentatif de la population féminine âgée de 18 ans et plus, révèle que 60 % des Européennes interrogées ont déjà été victimes d'une forme de sexisme ou de harcèlement sexuel au travail au cours de leur vie professionnelle, dont 21 % au cours des douze derniers mois. Elles sont 65 % à avoir déjà été victimes d'au moins une forme d'atteinte ou d'agression sexuelle dans la rue.

Un chiffre qui grimpe à 86 % pour les Françaises. Dès lors, le harcèlement sexuel apparaît comme un fait social omniprésent et toute stratégie de lutte implique de remonter aux origines du problème. Or, l'histoire du harcèlement sexuel reste encore par trop méconnue.

Historiciser le harcèlement sexuel : un projet au long cours

Démarré en 2020 grâce à un financement Émergence de la MSH Paris-Saclay, le projet Avisa vise justement à faire émerger d'autres périodes dans le passé au cours desquelles des femmes et des hommes ont subi des actes relevant du harcèlement sexuel, les ont parfois dénoncés voire combattus juridiquement ou symboliquement. L'objectif est de montrer que le harcèlement sexuel a été représenté bien avant l'affaire Weinstein, qu'il a été condamné sans forcément être jugé devant les tribunaux et que des cas de harcèlement sexuel sont bien présents dans les archives.

Le projet, qui tire son nom d'une poésie narrative anglaise de 1594 où le personnage féminin repousse successivement les assauts violents de plusieurs prétendants, rassemble une trentaine de membres d'une quinzaine d'universités européennes. Linguistes, civilisationnistes,

historiennes et historiens, sociologues du cinéma et de l'audiovisuel, spécialistes de littérature, d'histoire des idées, des arts et des pratiques artistiques..., travaillent ensemble à mettre en lumière l'histoire des représentations textuelles, picturales, narratives ou cinématographiques du harcèlement sexuel en Occident, du Moyen-Âge à l'époque contemporaine. «*Tout l'enjeu est de travailler sur l'interdisciplinarité et de faire interagir sur ce sujet des personnes qui n'ont pas les mêmes compétences*», commente la sociologue du cinéma Réjane Vallée, du Centre Pierre Naville (CPN – Univ. Paris-Saclay, Univ. d'Évry), et co-porteuse du projet Avisa.

Les précieux résultats issus de cette recherche collective viennent alimenter une plateforme numérique bilingue qui recensera les termes sous lesquels ces agissements ont été signalés et dénoncés. La plateforme hébergera également une liste de victimes, qu'elles soient des personnages historiques, réels ou fictifs. «*Elle fera apparaître leurs noms, la preuve du harcèlement et la source dans laquelle on l'a trouvée*», signale Armel Dubois-Nayt. En somme, se dessine une vraie topographie socio-historique des lieux propices au harcèlement sexuel. «*En cartographiant nos trouvailles, on souhaite voir si des zones géographiques ou des fenêtres temporelles émergent, dans lesquelles le phénomène a été particulièrement aigu*. » Pour l'heure, le projet ne s'intéresse qu'aux femmes victimes. «*Nous avons souhaité commencer par un type de harcèlement avant d'ouvrir à d'autres*», commente Réjane Vallée.

Pandémie oblige, Avisa s'est jusqu'à présent déroulé essentiellement en distanciel sous la forme de webinaires. Les 9 et 10 décembre 2021 a eu lieu le premier colloque du projet intitulé «*Écrire l'histoire du harcèlement sexuel sur la longue durée : nommer, dénoncer, représenter, mettre en image ou en musique*». L'occasion pour les participantes et les participants de s'entendre sur une méthodologie commune afin de débusquer dans l'histoire les réminiscences de cette violence sexuelle et d'aborder les textes, les films et les œuvres d'art qui la représentent. Certaines et certains ont exposé la façon dont ce type de comportement a été mis en scènes et en mots au sein d'œuvres littéraires ou de fiction (séries, films), ou comment il a été dénoncé afin de mieux le confronter. D'autres ont choisi de faire entendre la voix de femmes victimes de tels agissements, dont les témoignages émanent aussi bien du milieu de la danse, de l'opéra que du cinéma. Autant d'éléments qui alimentent la réflexion pour la suite du projet.

Une même qualification mais plusieurs définitions

En premier lieu, l'équipe s'est attachée à clarifier ce qu'on appelle aujourd'hui «*harcèlement*

sexuel». «*Le terme étant récent dans les usages, est-il possible de l'utiliser pour relater des faits et des phénomènes qui se sont passés à des périodes antérieures ? Ne serait-ce pas anachronique ? Y aurait-il d'autres mots pour faire référence à ce type de comportement ?*», interroge Armel Dubois-Nayt.

Défini dans le code pénal français par l'article 222-33 de la loi n°92-684 du 22 juillet 1992, le harcèlement sexuel a vu sa définition révisée en 2018 avec la loi n°2018-703 renforçant la lutte contre les violences sexuelles et sexistes. La définition fait désormais référence au «*fait d'imposer à une personne, de façon répétée, des propos ou comportements à connotation sexuelle ou sexiste qui soit portent atteinte à sa dignité en raison de leur caractère dégradant ou humiliant, soit créent à son encontre une situation intimidante, hostile ou offensante*».

La définition anglaise du harcèlement sexuel, *harassment* en anglais, n'implique, elle, pas de répétition de l'acte. «*Une seule occurrence suffit*», signale Armel Dubois-Nayt. Pour l'ONU Femmes, l'entité des Nations Unies consacrée à l'égalité des sexes et à l'autonomisation des femmes, le harcèlement sexuel «*se réfère aux comportements très suggestifs impliquant des contacts physiques non consensuels, des attouchements, pincements, frottements à connotation sexuelle contre le corps d'une autre personne. Il peut aussi faire allusion à des comportements non directement physiques, comme des sifflets, des commentaires de caractère sexuel sur le corps ou l'apparence d'une personne, à des demandes de faveurs sexuelles, des regards soutenus et des fixations sur toute autre personne, le fait de la suivre ou de la guetter, ou encore à des actes d'exhibitionnisme*».

Au vu de cette hétérogénéité de définitions, de la grande échelle de temps et de la diversité des zones géographiques abordées par Avisa, l'équipe a décidé d'aborder le harcèlement sexuel en dehors de tout cadre juridique. «*On a décidé d'unifier les différentes définitions, française, anglaise, européenne*», confirme Armel Dubois-Nayt.

Des premières évocations indirectes

Remonter aux premières évocations de harcèlement sexuel dans l'histoire n'est pas évident. «*On peut dire qu'à minima le mot "harassment" est utilisé en français dans une idylle de Jean Vauquelin de la Fresnaye publiée en 1605, mais peut-être y a-t-il des occurrences antérieures que nous n'avons pas repérées*, signale Armel Dubois-Nayt. *Chloé Tardivel, impliquée dans le projet, a retrouvé des traces de harcèlement sexuel dans des affaires judiciaires de Bologne, en Italie, à la fin du XIV^e siècle.* » De

tels agissements donnent-ils pour autant lieu à des dépôts de plaintes devant les tribunaux ou à des condamnations ? «*Un des objectifs d'Avisa est justement de retrouver de quelle façon les signalements arrivent devant les tribunaux. Or, on s'aperçoit que jusqu'au début du XX^e siècle, c'est toujours de manière indirecte. Les actions en justice sont menées pour d'autres raisons, et c'est dans le cadre de l'enquête qu'on apprend qu'il y a eu harcèlement sexuel. Comme lorsqu'un homme porte plainte contre une femme pour lui avoir donné une gifle et qu'on comprend ensuite que si elle l'a fait, c'est parce qu'il la harcelait. C'est seulement dans la seconde moitié du XX^e siècle que les femmes commencent à porter plainte directement*, explique Armel Dubois-Nayt. *Par ailleurs, comme jusqu'au XX^e siècle, on est dans une société de classes, on ne trouve des histoires de harcèlement sexuel qu'entre personnes de même classe. Par la suite, on trouve des cas où une domestique porte plainte contre son maître, quelque chose d'impensable sous l'Ancien Régime surtout si le maître est un aristocrate.* »

Certaines spécificités nationales ou culturelles sont également abordées au sein d'Avisa, notamment la façon dont elles ont justifié ou expliqué le harcèlement sexuel. Actuellement, la zone géographique couverte par le projet est essentiellement européenne, avec la France, l'Angleterre, l'Espagne et l'Italie, et quelques incursions dans le nord des États-Unis concernant Hollywood. «*On reste très focalisé sur l'Occident. Mais on envisage d'ouvrir notre étude notamment à l'Inde, pour examiner le cinéma Bollywoodien et sa façon de traiter les rapports homme-femme*», souligne Réjane Vallée.

Car l'histoire du harcèlement sexuel et de ses représentations est aussi une façon d'interroger les rapports entre les sexes, leur évolution et le statut des femmes. Les plafonds peints médiévaux, étudiés par les historiennes Delphine Grenet et Maud Perez Simon, en donnent un bon éclairage. Ces éléments de décor retrouvés dans les palais des élites urbaines du XIV^e et du XV^e siècles affichent des scènes à l'atmosphère hétéroclite. Celles dites «*courtoises*» représentent des hommes et des femmes en interaction. «*Or, certaines de ces scènes sont très connotées sexuellement, et leur lecture peut clairement se faire à l'aune du harcèlement sexuel*», commente Armel Dubois-Nayt. Baisers, attouchements, gestes contraints et envahissants, le comportement de l'homme y est sujet à caution. «*Pourtant, l'interprétation historiographique a retenu le qualificatif de "courtois"*. » Dès lors, comment expliquer la présence d'un tel plafond dans l'intérieur domestique d'un palais seigneurial au Moyen-Âge ? Pourquoi y représenter de telles scènes et à qui s'adressent-elles ? Deux lectures sont



possibles : « Soit il s'agissait d'un message destiné aux jeunes femmes et aux domestiques de la maison les mettant en garde contre les hommes et leur indiquant qu'elles devaient se montrer vertueuses. Soit ces scènes étaient destinées aux garçons de la demeure pour leur donner une image de la masculinité où le harcèlement sexuel était un faire-valoir », évoque Armel Dubois-Nayt. Selon l'interprétation privilégiée – une mise en garde ou une banalisation de la violence sexuelle –, « cela voudrait dire que le harcèlement sexuel faisait partie des rapports sociaux entre les sexes à certaines périodes ».

Le jeu trouble des arts

Outre la peinture, la littérature entretient également un rapport ambigu avec le harcèlement sexuel. C'est le cas de la pastourelle, un genre poétique typique du Moyen-Âge. « Cette tradition littéraire met en scène un chevalier ou un prince qui tente de séduire une jeune paysanne ou une bergère, deux personnages affichant un rapport social hiérarchisé. La jeune femme y refuse les avances et les contacts de l'homme », commente Armel Dubois-Nayt. Tout cela n'est-il que faux-semblant ou le refus est-il sincère ? Là aussi, deux camps s'opposent : le premier affirme qu'il s'agit d'une convention littéraire où le rejet de la jeune femme ne peut être que feint afin de se conformer aux codes honorifiques de l'époque, voulant qu'une femme ne peut dire « oui » aux avances d'un homme, même s'il lui plaisait. Le second est quant à lui partisan d'une lecture plus actuelle de la scène, qui doit être requalifiée de harcèlement sexuel.

Mais les autres formes d'arts ne sont pas en reste. « De façon générale, les professions artistiques où le rapport au corps est important sont touchées par le harcèlement sexuel. Le corps, qui est l'outil de travail des femmes, est exposé au regard des hommes et cela les rend particulièrement vulnérables », constate Armel Dubois-Nayt. Les danseuses de la fin du XIX^e ou du début du XX^e siècle sont par exemple des proies toutes désignées. « Sur la base de récits rapportés par ces femmes, Hélène Marquié, impliquée dans *Avisa*, a retracé le parcours des danseuses, depuis les loges jusqu'à la scène, et a montré toutes les opportunités qu'avaient les hommes de les toucher et de les harceler », commente Armel Dubois-Nayt. Une liberté qu'ils s'autorisent car dans les mentalités de l'époque, la profession reste associée à la prostitution. « Les danseuses faisaient face à un déficit d'honneur et le fait qu'elles soient harcelées devenait moins condamnable. Cela faisait "presque" partie du travail. »

Autres artistes sujettes au harcèlement sexuel : les chanteuses d'opéra, comme l'a montré Caroline Giron-Panel. « Ici aussi, les femmes

ont particulièrement été victimes de harcèlement, que ce soit dans l'exercice de leur métier ou dans les livrets d'opéra, présentant de façon récurrente des scènes de harcèlement sexuel. » Pour rappel, la grande majorité des opéras du XIX^e siècle a pour intrigue un triangle amoureux campé par une soprano, un ténor et un baryton. Et comme l'indique à son époque l'écrivain et critique musical Georges Bernard Shaw : « Un opéra, c'est une soprano et un ténor qui veulent coucher ensemble, et un baryton qui s'efforce de les en empêcher ».

L'émergence du harcèlement de rue

Longtemps réalisé à domicile, le travail des femmes prend au XIX^e siècle son essor au sein des fabriques et de l'industrie. Lieux mixtes par excellence, là aussi le harcèlement sexuel des femmes se fait sentir. L'historienne Anaïs Albert a analysé les archives des minutes des Prudhommes de Paris de 1850 à 1890 et s'est focalisée sur le travail des jeunes apprenties dans l'industrie textile. « Elle a trouvé des cas où les parents ont porté plainte afin de mettre un terme au contrat d'apprentissage de leur fille car ils estimaient qu'elle était victime de harcèlement sexuel », commente Armel Dubois-Nayt. Son étude pointe des situations de harcèlement sexuel distinctes et des actes de violence langagière à caractère sexuel. « Elles venaient aussi bien de la patronne qui insultait son apprentie en usant de propos à caractère sexuel, que de l'environnement dans lequel vivait l'apprentie, où les employés parlaient de sexe à outrance. » L'historienne repère des cas de harcèlement sexuel comportant des propositions, des invitations, des gestes non désirés, des intrusions du patron dans la chambre de l'apprentie qui loge sous son toit. Ces archives prudhommales – et d'autres – mettent également à jour le harcèlement de rue qui touche ces jeunes apprenties et les femmes modistes, créatrices de vêtements ou de chapeaux. « Elles doivent réaliser des achats pour leur patron et se retrouvent à devoir marcher dans les rues de Paris. Elles y sont la proie des "marcheurs" qui les suivent en les harcelant », souligne Armel Dubois-Nayt.

Avec l'arrivée du cinématographe, en 1895, le personnage du « marcheur », présent dans la presse et les ouvrages de la fin du XIX^e siècle, prend une nouvelle dimension. « Le cinéma s'en inspire et reprend la même typologie : une femme poursuivie par un ou plusieurs "prétendants" dans les rues pendant qu'elle marche », explique Réjane Vallée. Mais le personnage y devient burlesque, il est un ressort comique. Il fait rire à ses dépens : le public rit de l'échec de ses tentatives, sans pour autant éprouver de l'empathie vis-à-vis de la jeune femme harcelée et victime du « marcheur ».

La récente remise en question du cinéma

Le cinéma aurait-il banalisé le harcèlement sexuel ou ne fait-il que refléter une banalisation acceptée par de nombreuses sociétés ? « L'affiche de la comédie française *Promotion Canapé*, sortie en 1990, arborait tout de même la phrase : "Le harcèlement sexuel existe, nous l'avons rencontré" », rappelle Réjane Vallée. De même, dans la comédie américaine *Mary à tout prix*, sortie sur les écrans en 1998, personne ne s'émeut à l'époque du harcèlement sexuel exercé par plusieurs hommes sur Mary. « Mais ces éléments sont en train de changer profondément, commente Réjane Vallée. Et faire de tels films aujourd'hui ne serait plus envisageable. Au contraire, on trouve de plus en plus de films qui évoquent des procès et des enquêtes sur le harcèlement sexuel. »

Comme le démontre Olivier Caira, le traitement réservé aux personnages féminins des films de la franchise James Bond atteste de cette évolution. « Au début, les affiches exhibaient pléthore de jeunes femmes souvent dénudées, puis de moins en moins jusqu'à, sur les plus récentes, ne plus voir de femmes du tout, constate Réjane Vallée. Et selon la classe sociale à laquelle appartenait le personnage féminin – réceptionniste d'hôtel ou scientifique par exemple –, le harcèlement sexuel affiché par James Bond était plus ou moins bien accepté par le spectateur. » Mais ce qui était acceptable pour le spectateur dans les années 1960 ne l'est plus pour celui de 2010. « La question du harcèlement sexuel au cinéma est clairement une question de contexte et d'époque. »

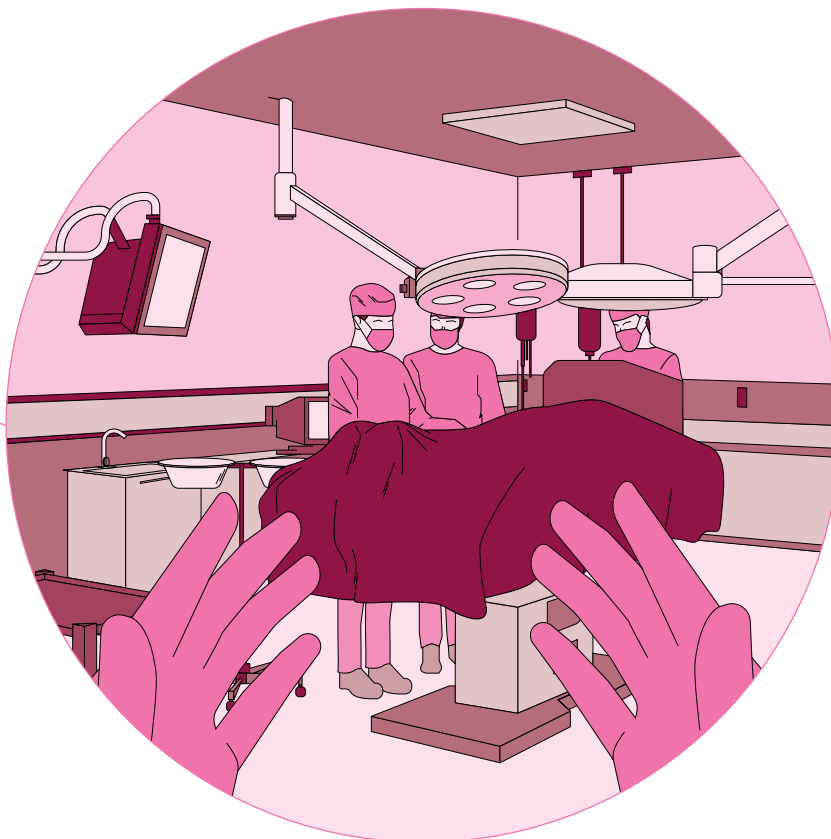
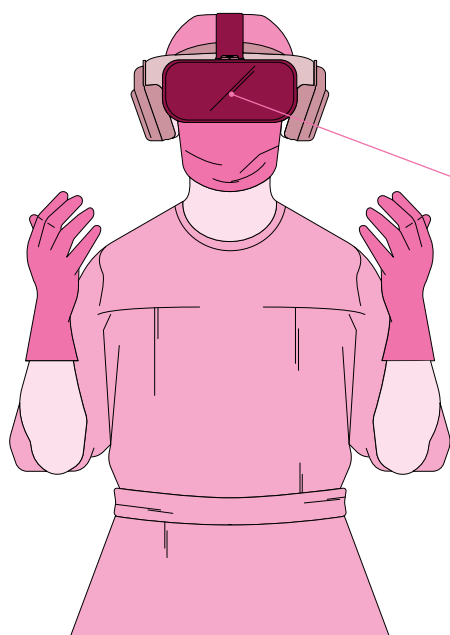
Et l'époque post-affaire Weinstein n'a rien de neutre. « Initialement, on souhaitait s'arrêter à cette affaire, mais on a constaté qu'il nous fallait aller au-delà dans certains cas, rapporte Réjane Vallée. Par exemple dans la série *Orange is the New Black*, Jessica Jimeno constate un changement après cet événement. Les équipes techniques comprennent davantage de femmes et les deux dernières saisons n'ont plus du tout la même approche : les scénarios se vengent désormais du harceleur. »

Pour continuer le travail engagé, la MSH Paris-Saclay vient récemment d'octroyer un nouveau financement au projet. Deux workshops sont d'ores et déjà prévus en 2022 : l'un en juin et l'autre en septembre. Mais au vu de l'ampleur du travail, toute l'équipe se projette bien au-delà. « On espère créer un effet boule de neige et encourager d'autres chercheurs et chercheuses à s'engager sur cette thématique encore trop peu étudiée », conclut Armel Dubois-Nayt.

<https://avisa.huma-num.fr/s/avisa/page/accueil>

Titre

Le développement des réalités augmentée et virtuelle en santé



Souvent cantonnées au jeu vidéo ou à des écrits de science-fiction, les réalités augmentée et virtuelle possèdent pourtant un champ d'applications immense, notamment en médecine du futur. Nombreuses sont les expérimentations que considèrent les chercheurs et les chercheuses de l'Université Paris-Saclay pour ces technologies.

La réalité augmentée (AR, pour *augmented reality*) offre, grâce à l'utilisation de dispositifs – casques, lunettes – une superposition d'éléments virtuels sur un champ de vision réel. La réalité virtuelle (VR, *virtual reality*), elle, plonge ses utilisateurs dans un monde entièrement virtuel, souvent à l'aide d'un casque intégral. Ces technologies, toutes deux vieilles de plus de 50 ans, connaissent un essor récent fulgurant. Des casques de réalité virtuelle sont de plus en plus commercialisés par les géants du divertissement (l'Oculus Quest de Meta, la Playstation VR de Sony, etc.), dans le but de concevoir des jeux-vidéos toujours

plus immersifs ou même de pénétrer dans un univers entièrement virtuel : le métavers. Les lunettes de réalité augmentée attirent tout autant les plus grandes multinationales du monde (avec notamment l'HoloLens de Microsoft ou les Google Glasses), avec plus ou moins de succès. Mais au-delà du jeu vidéo et du métavers, certaines des applications de ces technologies bouleversent actuellement d'autres pans de la société.

Les réalités augmentée et virtuelle au service de la médecine

Imaginez des salles d'opérations entièrement reconstituées dans le monde virtuel, où des praticiennes et praticiens testent leurs compétences en médecine. Après avoir été formés en réalité virtuelle, ces mêmes chirurgiennes et chirurgiens se dirigent vers un bloc opératoire où la réalité augmentée les assiste tout au long de leur intervention. C'est la folle ambition de la chaire BOPA (pour Bloc opératoire augmenté). Née d'un partenariat entre l'AP-HP, l'Institut Mines-Télécom, l'Université Paris-Saclay, Inria Saclay et le Conservatoire national des arts et métiers (Cnam), cette chaire a pour but de transformer l'analyse et l'apprentissage

de l'acte chirurgical, en implantant des technologies comme les réalités augmentée et virtuelle au service de la formation et de la pratique médicale.

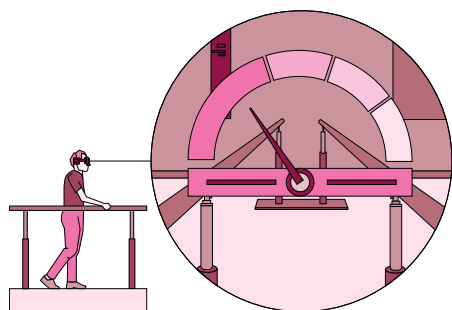
Au laboratoire Informatique, bio-informatique et systèmes complexes (IBISC – Univ. Paris-Saclay, Univ. d'Évry), l'on étudie également comment utiliser ces deux outils au service de la médecine. «*Dans le secteur de la formation médicale, les technologies actuelles, notamment la VR, sont prédisposées à apporter des solutions amélioratives*», explique Samir Otmane, responsable de l'équipe Interaction réalité augmentée & robotique ambiante (IRA²) au sein de l'IBISC. Dans cette équipe, on essaie de reconstituer le plus fidèlement possible des exercices en réalité virtuelle pour pratiquer la médecine. En outre, ces scientifiques ont déjà mis au point des exercices de manipulation bimanuelle en réalité virtuelle et un simulateur complet d'anesthésie locorégionale. Branché à un ordinateur et à un casque VR, c'est par exemple à l'aide d'un appareil présentant de fausses pinces chirurgicales que l'on débute l'opération d'un patient virtuel.

D'après Samir Otmane, la principale problématique empêchant l'utilisation de la VR a

longtemps été un manque de fidélité dans la reproduction des gestes techniques : les simulateurs virtuels n'offraient tout simplement pas un degré de réalisme assez important pour que ceux-ci servent d'environnement propice à la formation médicale. Aujourd'hui, comme le montrent les travaux de son équipe, la formation médicale par VR est possible.

Les avantages qu'offrent la VR dans le cadre de la formation médicale sont multiples. Tout d'abord, comme l'explique l'enseignant-chercheur, il existe un « *besoin d'outils technologiques pour améliorer la formation médicale. Depuis la réforme de 2018 du troisième cycle des études de médecine, la formation par la simulation a pris une place importante* ». Or, la formation chirurgicale par simulation s'effectue aujourd'hui sur des organes, des membres ou des mannequins artificiels. Cela représente un coût important, qui a la possibilité d'être réduit par l'incorporation de la VR dans les méthodes de formation par simulation médicale.

L'AR et la VR pour rééduquer certains patients



Outre la formation médicale, les réalités augmentée et virtuelle sont également disposées à révolutionner la rééducation de patientes et de patients. L'équipe IRA² d'IBISC s'est notamment intéressée de près aux personnes souffrant de troubles moteurs. « *Concernant la rééducation, le constat est simple. Le nombre de personnes est en augmentation constante et le manque de moyens humains pour les traiter se fait ressentir. Dans certaines régions françaises, il est très difficile d'accéder à des soins rapidement*, déplore Samir Otmane. *Une des questions auxquelles nous avons essayé de répondre est celle-ci : est-on capable d'apporter de nouveaux outils complémentaires et utilisables en autonomie par les patientes et les patients, et à domicile ?* ».

Dans leurs travaux récents en collaboration avec la fondation Ellen Poidatz, les chercheuses et chercheurs de l'équipe IRA² mettent en avant de nouvelles pratiques de rééducation à la marche pour des enfants atteints de paralysie cérébrale. Grâce à un casque de

réalité augmentée, il leur est possible de jouer à un *serious game* (une activité mêlant une pratique ludique à un objectif sérieux) consistant à marcher le plus vite possible derrière un petit personnage qui les encourage. Les résultats de ces jeux sont ensuite analysés pour que les patients progressent à leur rythme dans leur réhabilitation.

L'équipe de Samir Otmane développe également d'autres *serious games*, pour accompagner la rééducation du membre supérieur de patientes et de patients victimes d'accidents cérébraux. Grâce à l'AR et à la VR, il est alors possible de proposer une prise en charge composée d'un suivi traditionnel en hôpital, accompagné d'un « traitement en autonomie » et à domicile, grâce à un casque de réalité augmentée, de réalité virtuelle ou d'un simple ordinateur équipé de détecteurs de mouvements des mains. Les avantages de cette combinaison sont multiples. Tout d'abord, les exercices en autonomie accélèrent le processus de rééducation, qu'il est précieux de commencer au plus tôt après l'accident cérébral. Mais la motivation est également un paramètre important : « *On s'intéresse notamment à une population d'enfants qui n'adhère pas vraiment aux techniques usuelles de rééducation de la marche. Par contre, elles et ils sont prêts à jouer* », confie Samir Otmane.

Au sein du laboratoire Complexité, innovation, activités motrices et sportives (CIAMS – Univ. Paris-Saclay, Univ. d'Orléans), il est notamment question de recourir à des personnages virtuels animés avec des expressions faciales pour étudier les réactions empathiques face à l'émotion exprimée par le personnage. D'après Aurore Meugnot, il est ainsi possible « *d'utiliser la réalité virtuelle comme un entraînement à l'empathie* ». Dans ses recherches récentes, cette spécialiste de neurosciences cognitives et affectives démontre que la présence de mouvements infimes « *auxquels on ne prête pas souvent attention, comme des clignements d'yeux ou des changements de posture* », augmente la qualité d'interaction et suscite plus d'émotions chez l'observateur, notamment une meilleure réponse empathique. « *L'enjeu n'est pas tant de rajouter du réalisme aux traits d'un avatar virtuel, mais plutôt d'améliorer la réaction empathique envers l'avatar* », complète l'enseignante-chercheuse. Ainsi, des interactions en VR ont l'avantage d'offrir à des patientes et des patients présentant des déficits empathiques, par exemple des enfants atteints de troubles du spectre autistique (TSA), une thérapie complémentaire. Cependant, il n'y a pas d'arguments scientifiques véritables pour affirmer que les enfants ont plus de facilité à interagir avec un personnage virtuel plutôt

qu'avec un être humain. « *Ce que l'on sait, c'est que les enfants ont plus de facilité à entrer dans l'imaginaire* », précise Aurore Meugnot.

Valentin Bauer, doctorant membre du Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Inria, CentraleSupélec), s'est pris d'intérêt pour la création de plateformes multisensorielles utilisant l'AR et la VR. Objectif de ces nouveaux supports : améliorer la prise en charge d'enfants atteints de TSA. Épaulé par Tifanie Bouchara, maîtresse de conférences, Valentin Bauer s'intéresse notamment à l'apport de l'audio dans l'immersion virtuelle. « *Dans ce nouveau média qu'est la réalité virtuelle, la partie audio n'est pas autant développée que le graphisme* », explique Tifanie Bouchara. Les deux chercheurs du LISN, tous deux ingénieurs du son de formation, ont ainsi développé un outil en réalité augmentée capable d'interagir en temps réel avec un morceau de musique associé directement à une représentation graphique immersive. Cela induira, à l'avenir, la création d'un *serious game* multisensoriel mêlant expériences auditives et visuelles.

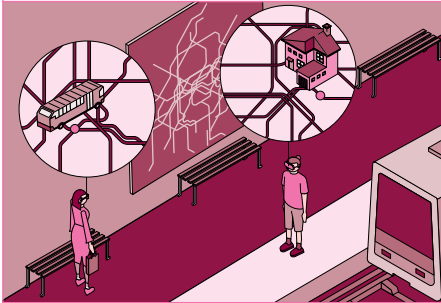
Publications

- Ricca A. et al. Comparing touch-based and head-tracking navigation techniques in a virtual reality biopsy simulator. *Virtual Reality*, 25 (1), 191–208, 2021.
- Treil T. et al. Natural human postural oscillations enhance the empathic response to a facial pain expression in a virtual character. *Scientific Reports*, 2020.
- Bauer V. et al. Designing an Extended Reality Application to Expand Clinic-Based Sensory Strategies for Autistic Children Requiring Substantial Support: Participation of Practitioners. *International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct)*. 2021.



Titre

La réalité mixte : les autres avenir des réalités augmentée et virtuelle



La réalité mixte est souvent le terme employé pour unifier l'utilisation de la réalité augmentée (AR) et de la réalité virtuelle (VR). Une telle technologie, offrant la possibilité à son utilisateur ou à son utilisatrice de contrôler des panneaux personnalisés et s'affichant en temps réel sans avoir à lever un doigt, s'avère intéressante pour de nombreux domaines de recherche, de l'alimentaire à la gestion de crise. Comment les scientifiques de l'Université Paris-Saclay développent-ils de tels outils ?

Dans le laboratoire *Paris-Saclay Food and Bioproduct Engineering* (SayFood – Univ. Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech), David Blumenthal et ses collègues cherchent à utiliser la VR dans les processus de conception de produits alimentaires. L'équipe Interactions homme – aliments pour la conception (IHAC), dont il est le responsable, utilise notamment la réalité virtuelle comme un environnement entièrement maîtrisé pour garantir une expérience de consommation au plus proche de la réalité. « La VR permet de couper l'influence de l'environnement sur le test », explique David Blumenthal. Ici, la réalité virtuelle a pour but d'être utilisée au cœur des analyses de satisfaction des consommateurs lors de la conception et l'évaluation de produits.

La réalité augmentée... par-dessus un écran

Au Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Inria, CentraleSupélec), les casques de VR et les lunettes AR se comptent par dizaines. Sous la responsabilité d'Olivier Chapuis,

le pôle Interaction avec l'humain (IaH) du laboratoire est à l'origine de nombreux travaux traitant de la réalité augmentée. L'un d'entre eux montre d'ailleurs comment superposer une information personnalisée sur un écran partagé grâce à un dispositif de réalité augmentée. « On étend les possibilités que donne l'affichage, en ajoutant plus d'espace. Notre objectif n'est pas tant de créer un écran plus grand, mais de créer de nouveaux espaces différents et gérables par les utilisateurs », explique Raphaël James, doctorant dans l'équipe. Ainsi, bien que toutes les personnes regardent la même carte, elles obtiennent chacune un itinéraire personnalisé, que seules elles voient. « L'exemple est celui où chaque personne a un trajet différent à effectuer, que l'on voudrait visualiser sur un plan public. Bien évidemment, on ne veut pas projeter ou diffuser ces informations personnelles sur l'écran. L'idée, c'est finalement de rendre ces affichages personnalisables », précise Olivier Chapuis. Ce contexte fait également émerger un souci de simplification des cartes. Il est nécessaire de les rendre plus simples à lire pour tous et toutes, tout en obtenant des informations détaillées grâce à des appareils AR, mais sans gêner les autres utilisateurs et utilisatrices.

Les cartes de réseau de transports en commun ou d'itinéraires de randonnées ne sont pas les seules applications auxquelles pense l'équipe d'Olivier Chapuis. « Notre domaine applicatif, ce sont les salles de contrôle et les salles de gestion de crise. Les gens y occupent différents rôles : il y a les pompiers, la police, les personnes en charge de la régulation du trafic, etc. Toutes ces personnes doivent travailler ensemble. L'idée serait par exemple d'avoir la carte d'une ville partagée par tout le monde et comportant des informations personnelles apportées via la réalité augmentée en fonction des rôles de chacun et chacune. »

La réalité mixte au cœur de l'évolution sociétale

Se pose ensuite la question de l'écran et de sa place dans un environnement utilisant l'AR ou la VR. « Lorsqu'on a commencé notre travail, on ne savait pas s'il était possible de faire de l'AR par-dessus un écran, confient Olivier Chapuis et Raphaël James. Mais de manière générale, on voit aujourd'hui de plus en plus de recherches allant dans cette direction. » L'équipe d'Emmanuel Pietriga, également au LISN, a notamment étudié la façon de combiner un smartphone à un appareil de réalité augmentée : des applications classiques capables de projeter des panneaux de configuration « au-delà » du téléphone pour en simplifier l'affichage. « Même devant son écran d'ordinateur ou son smartphone, on a parfois besoin de plus d'affichage et de plus de place », résume Olivier Chapuis.

Mais avec de tels appareils capables de projeter dans le vide un nombre illimité d'affichages, l'utilisation d'un écran ou d'un smartphone ne devient-elle pas obsolète ? « Pas du tout », répondent Raphaël James et Olivier Chapuis : « on se rend assez vite compte que ça ne marche pas sans un écran physique. De nombreuses publications scientifiques démontrent qu'il est toujours mieux d'avoir un support physique sur lequel baser ses interactions ».

Au-delà de la simple utilisation ludique qui en est faite aujourd'hui, il se peut que les réalités augmentée et virtuelle ne servent encore qu'à des applications bien spécifiques avant d'être accessibles à toute la société. Car rendre l'AR accessible à tout le monde soulève de nombreuses questions, comme le rappelle Olivier Chapuis. « La réalité augmentée pose selon moi énormément de problèmes au niveau sociétal. Avec une paire de lunettes AR, on pourrait prendre des photos sans que personne ne s'en rende compte, et réaliser ensuite des enregistrements vidéo ou audio, s'inquiète le chercheur du LISN. Dans l'espace public, c'est réellement quelque chose de problématique. Or, quand on fait de la recherche, il faut aussi se poser des questions sur les conséquences de son travail. »

Publications

- James R. et al. Personal+Context navigation: combining AR and shared displays in Network Path-following. *GI 2020 – Conference on Graphics Interface*, 2020.
- Brasier E. et al. AR-enhanced Widgets for Smartphone-centric Interaction. *Proceedings of Mobile HCI 2021 – ACM International Conference on Mobile Human-Computer Interaction: Mobile Apart, Mobile Together*, 2021.





Information **FRANCE22**
PRÉSIDENCE FRANÇAISE
DU CONSEIL DE L'UNION
EUROPÉENNE

Titre

LA FRANCE PRÉSIDENTE DU CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE

Dans le cadre de cette présidence française, l'Université Paris-Saclay entreprendra différentes actions. Des conférences, des forums, ainsi que la semaine des régions innovatives en Europe (WIRE 2022) et le sommet annuel de l'alliance EUGLOH auront lieu sur le campus de janvier à juin 2022. Cela permettra de valoriser la recherche française et la place importante de l'Université Paris-Saclay dans cet écosystème.

<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/pfue-programme-de-l-enseignement-superieur-de-la-recherche-et-de-l-innovation-83243>

Journal **Canaltech**

Titre

HEMISFÉRIO NORTE DE MARTE PODE TER ABRIGADO OCEANO HÁ 3 BILHÕES DE ANOS



O hemisfério norte de Marte pode ter abrigado um oceano de água líquida há de 3 bilhões de anos, segundo estudo conduzido pela Université Paris-Saclay.

<https://canaltech.com.br/espaco/hemisferio-norte-de-marte-pode-ter-abrigado-oceano-ha-3-bilhoes-de-anos-206866/>

Journal **BBC**

Titre

CLIMATE CHANGE: SATELLITES MAP HUGE METHANE PLUMES FROM OIL AND GAS

Huge plumes of the warming gas methane have been mapped globally for the first time from oil and gas fields using satellites.

Plugging these leaks would be an important step in buying extra time to curb climate change.

The new research found plumes covering vast areas, sometimes stretching to 200 miles – the leaks are thought to be mostly unintended.

<https://www.bbc.com/news/science-environment-60203683>

Journal **The Washington Post**

Titre

INTEL TO INVEST \$36 BILLION IN NEW COMPUTER CHIP FACTORIES IN EUROPE



Effort is part of company's drive to fortify Western manufacturing of strategically vital components, and follows recent \$20 billion investment in Ohio

<https://www.washingtonpost.com/technology/2022/03/15/intel-europe-investment-manufacturing/>

Journal **CONSULAT GÉNÉRAL DE FRANCE À SAN FRANCISCO**

Titre

VISITE DES LAURÉATS DU CHALLENGE STARTUP DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY


Les lauréats du Challenge Startup de l'Université Paris-Saclay ont été reçus au Consulat général de France à San Francisco le 1^{er} mars 2022.

<https://sanfrancisco.consulfrance.org/visite-des-laureats-du-challenge-startup-de-l-universite-paris-saclay>

Journal **The New York Times**

Titre

NEANDERTHALS AND MODERN HUMANS AGREED ABOUT ONE THING: THIS CAVE



A new paper suggests Neanderthals and Homo sapiens alternately settled the same shelter more than 50,000 years ago.

<https://www.nytimes.com/2022/02/09/science/neanderthals-cave-france.html>

Titre

Le plateau de Saclay s'enrichit de nouveaux centres sportifs

Plusieurs nouvelles infrastructures sportives mutualisées et dédiées aux communautés étudiante et de recherche de l'Université Paris-Saclay, aux personnels et riverains fleurissent sur les différents campus de l'Université.

Vecteur de développement personnel, de rencontres et d'échanges, et d'un cadre de vie dynamique et stimulant, le sport occupe une place importante à l'Université Paris-Saclay, dans ses établissements-composantes et universités membres-associés. Ces dernières années, plusieurs nouveaux équipements sont sortis de terre. Après le Lieu de vie du Moulon à Gif-sur-Yvette en 2016 et le Complexe sportif Joliot-Curie, intégré à CentraleSupélec, en 2017, c'est le Centre omnisport universitaire du Moulon (COUM), à l'ouest du quartier, qui est en passe d'ouvrir ses portes avec les premiers enseignements dispensés. Il comprendra à l'extérieur quatre terrains synthétiques de football et rugby, une piste d'athlétisme et des aires de sauts et de lancers, et à l'intérieur des salles de danse et de musculation, une structure d'escalade, quatre courts de tennis, une salle de gymnastique aux agrès, trois salles multisports dont une avec tribunes de 600 places. « *Ce sera l'un des plus beaux complexes omnisports universitaires de France* », annonce Patrick Maupu, directeur du Service universitaire des activités physiques et sportives (SUAPS) de l'Université. Par la suite, un centre aquatique, attendu à l'été 2024, prendra place à proximité immédiate du COUM. Il comprendra deux bassins de 25 mètres, un bassin d'apprentissage et d'activités avec rampe d'accès pour les personnes à mobilité réduite, et un espace forme et bien-être.

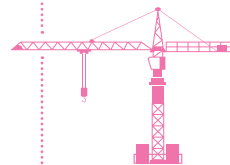
Dans le futur quartier de Corbeville à Palaiseau, les travaux d'un nouveau centre omnisport ont également démarré en ce début d'année. Le complexe sportif accueillera deux salles multisports avec gradins, une salle de danse, une salle d'escalade de bloc, trois courts de tennis couverts et un terrain de football – rugby. Son ouverture est attendue pour septembre 2024.

Un environnement qui a valu à la ville de Gif-sur-Yvette, à la communauté d'agglomérations Paris-Saclay et à l'Université Paris-Saclay d'être labellisées Terre de Jeux 2024 et lauréates de quatre centres de préparation aux Jeux Olympiques et Paralympiques 2024. Le COUM accueillera par exemple des délégations pour le handball et la boccia, un sport de boules paralympique.



© Jean Guervilly – Françoise Mauffret

© Jean Guervilly – Françoise Mauffret



Titre

Inauguration de l'IJCLab



© P. Godard-Université Paris-Saclay

Né le 1^{er} janvier 2020, le Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay, Univ. de Paris, CNRS) s'apprête à fêter son inauguration qui se déroulera les 16 et 17 mai 2022. L'inauguration institutionnelle en présence des tutelles aura lieu l'après-midi du 16 mai et la journée du lendemain sera consacrée aux personnels du laboratoire.

Ce laboratoire d'environ 720 membres réunit cinq anciens laboratoires du campus d'Orsay (Centre de sciences nucléaires et de sciences de la matière CSNSM, Imagerie et modélisation en neurobiologie et cancérologie IMNC, Institut de physique nucléaire d'Orsay IPNO, Laboratoire de l'accélérateur linéaire LAL et Laboratoire de physique théorique LPT), proches géographiquement et avec une forte cohérence thématique et technique.






L'IJCLab se concentre sur la « physique des deux infinis » (physique des hautes énergies, physique nucléaire, astrophysique et cosmologie) et ses applications (énergie et environnement ainsi que la santé), avec des pôles forts en physique théorique, en R&D et en construction d'accélérateurs. Il présente également un large ensemble d'infrastructures de recherche et de plateformes technologiques (ALTO, Andromède, LaserIX, SCALP, Supratech...).

<https://www.ijclab.in2p3.fr/>

© Université Paris-Saclay

© Jean Guervilly – Françoise Mauffret



ON Y ÉTAIT			NE PAS MANQUER			Date	Lieu	Hôte
MARS			MAI			jusqu'au 11	CENTQUATRE Paris	CEA
Date	Lieu	Hôte	Date	Lieu	Hôte	SCIENCE TOI-MÊME!		
1 au 31	Tous les campus	Université Paris-Saclay	11 au 13	Gif-sur-Yvette	Ministère de l'économie, des finances et de la relance / Univ. Paris-Saclay / Directeurat général pour la recherche et l'innovation			
SEMAINE DE L'ÉGALITÉ 2022 			WIRE 2022			Description Du 12 février au 11 juin, le CEA organise une série de rencontres mêlant scientifiques, philosophes et vidéastes. Objectif : croiser les regards sur des sujets de sciences et société. https://www.cea.fr/Pages/actualites/institutionnel/science-toi-meme.aspx		
Description Autour de la Journée internationale des droits des femmes du 8 mars, l'Université a organisé pour la 7 ^e année consécutive la semaine de l'Égalité. Des expositions, des conférences, des débats et des ateliers ont été proposés sur l'ensemble des campus de l'Université. https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/semaine-de-egalite-2022-lart-se-joue-des-genres-0			Description Dans le cadre de la présidence française de l'Union européenne, la semaine des régions innovantes d'Europe (WIRE) se déroulera à l'Université Paris-Saclay. Cet événement permettra de nombreux échanges sur les questions d'innovations de rupture. https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/wire-2022-12th-edition-week-innovative-regions-europe			Description Du 12 février au 11 juin, le CEA organise une série de rencontres mêlant scientifiques, philosophes et vidéastes. Objectif : croiser les regards sur des sujets de sciences et société. https://www.cea.fr/Pages/actualites/institutionnel/science-toi-meme.aspx		
Date	Lieu	Hôte	Date	Lieu	Hôte	LE LOUVRE S'INSTALLE À LA BU D'ORSAY!		
15	Gif-sur-Yvette	Université Paris-Saclay	18	Gif-sur-Yvette	Centrale-Supélec			
MA THÈSE EN 180 SECONDES 			CARADOC 2022			Description Jusqu'au 28 juin, la bibliothèque universitaire Orsay accueille la Petite galerie itinérante du Louvre, avec l'exposition Figures d'artiste. Cette exposition porte sur la figure de l'artiste, son émergence et sa reconnaissance à travers le temps, grâce à des reproductions d'œuvres du Louvre et une scénographie assurée par le musée. https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/le-louvre-sinstalle-la-bu-orsay		
Description Treize doctorantes et doctorants ont eu trois minutes chrono pour exposer leur thèse durant cette finale de MT180. Félicitations à Isabelle Hoxha et Olivier Destrian, respectivement 1 ^{er} et 2 ^e prix du jury. https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/ma-these-en-180-secondes-mt-180-les-gagnants-de-ledition-2022			Description Les doctorantes, doctorants, jeunes chercheurs et chercheuses de l'Université Paris-Saclay sont invités à venir à la rencontre des entreprises! Au programme de cette journée : keynotes, stands et tables rondes avec des intervenantes et intervenants en R&D industrie, conseil, valorisation, administration, entrepreneuriat... https://bit.ly/36KcTdt			Description Jusqu'au 28 juin, la bibliothèque universitaire Orsay accueille la Petite galerie itinérante du Louvre, avec l'exposition Figures d'artiste. Cette exposition porte sur la figure de l'artiste, son émergence et sa reconnaissance à travers le temps, grâce à des reproductions d'œuvres du Louvre et une scénographie assurée par le musée. https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/le-louvre-sinstalle-la-bu-orsay		
AVRIL			JUIN			JUILLET		
Date	Lieu	Hôte	Date	Lieu	Hôte	Date	Lieu	Hôte
20	Gif-sur-Yvette	Univ. Paris-Saclay / ENS Paris-Saclay	2	Gif-sur-Yvette	GS MRES	3 au 8	St Lambert des Bois	SPS
JOURNÉE INITIATIVES PÉDAGOGIQUES (JIP)			CONGRÈS JUNIOR PLURI-DISCIPLINAIRE 			SPS SUMMER SCHOOL – PLANT SUGAR METABOLISM, TRANSPORT AND SIGNALING IN A CHALLENGING ENVIRONMENT		
Description Quelles pratiques pédagogiques et quelles postures professionnelles dans un monde en changement? La 7 ^e édition de cette journée destinée à la communauté enseignante et pédagogique de toutes disciplines, novice ou confirmée, a contribué à valoriser et diffuser des pratiques enseignantes, et constitué un espace convivial d'échanges et de réflexions inter-établissements autour des pratiques pédagogiques. https://www.universite-paris-saclay.fr/evenements/journee-initiatives-pedagogiques-jip-2022			Description La Graduate School Métiers de la recherche et de l'enseignement supérieur (MRES) organise la première édition du Congrès junior pluridisciplinaire, qui fera découvrir à tous et toutes les activités de recherche des étudiantes et étudiants de toute l'Université Paris-Saclay! https://www.universite-paris-saclay.fr/gs-mres-congres-junior			Description Le réseau Sciences des Plantes de Saclay (SPS) organise une école d'été baptisée « Les sucres chez les plantes » pour apporter à des jeunes scientifiques internationaux une formation d'excellence sur le sujet. https://www6.inrae.fr/saclay-plant-sciences/Evenements/Ecoles-d-ete/Ecole-d-ete-2022-Sucres		

Ont contribué à ce numéro :

• **Mouad Alami**, directeur du laboratoire Biomolécules : conception, isolement, synthèse (BioCIS – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. Cergy-Pontoise) • **David Arturo Amor Quiroz**, ingénieur de recherches de l'équipe-projet SODA d'Inria Saclay • **Sébastien Apcher**, chercheur au sein de l'unité Immunologie des tumeurs et immunothérapie contre le cancer (ITIC- Univ. Paris-Saclay, Gustave Roussy, Inserm) • **Théodore Babarit**, étudiant à l'Université Paris-Saclay • **Valentin Bauer**, doctorant membre du Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Inria, CentraleSupélec) • **David Blumenthal**, chercheur au laboratoire Paris-Saclay Food and Bioproduct Engineering (SayFood – Univ. Paris-Saclay, INRAE, AgroParis-Tech) • **Julien Bobroff**, chercheur au Laboratoire de physique des solides (LPS – Univ. Paris-Saclay, CNRS) • **Tifanie Bouchara**, maîtresse de conférences au Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Inria, CentraleSupélec) • **Olivier Chapuis**, chercheur au Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Inria, CentraleSupélec) • **Julien Colin**, copilote de la Shift Year à CentraleSupélec • **Caroline De Sa**, vice-présidente déléguée aux études et à la vie étudiante à l'ENS Paris-Saclay • **Armelle Dubois-Nayt**, chercheuse au laboratoire Dynamiques patrimoniales et culturelles (DYPAC – Univ. Paris-Saclay, UVSQ) • **Emmanuel Flurin**, chercheur au Service de physique de l'état condensé (SPEC – Univ. Paris-Saclay, CEA, CNRS) • **Christophe Gouel**, chercheur au laboratoire Paris-Saclay Applied Economics (PSAE – Univ. Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech) • **Gabriel Guerche**, étudiant entrepreneur au Pôle Entrepreneurat Innovation Paris-Saclay (PEIPS) • **Raphaël James**, doctorant au Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Inria, CentraleSupélec) • **Marylène Janmot**, directrice-adjointe de la Direction de la formation et de la réussite de l'Université Paris-Saclay • **Olivier Kahn**, directeur de la Diagonale Paris-Saclay • **Denis Lacroix**, chercheur au Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Univ. de Paris) • **David Makowski**, chercheur dans l'unité Mathématiques et informatique appliquées (MIA – Univ. Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech) • **Patrick Maupu**, directeur du Service universitaire des activités physiques et sportives (SUAPS) de l'Université Paris-Saclay • **Aurore Meugnot**, enseignante-chercheuse au Laboratoire Complexité, innovation, activités motrices et sportives (CIAMS – Univ. Paris-Saclay, Univ. d'Orléans) • **Jacques Millery**, copilote de la Shift Year à CentraleSupélec

• **Samir Otmene**, chercheur au laboratoire Informatique, bio-informatique et systèmes complexes (IBISC – Univ. Paris-Saclay, Univ. d'Évry) • **Bruno Palpant**, chercheur au laboratoire Lumière, matière et interfaces (LuMin – Univ. Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec) • **Nikos Paragios**, professeur de mathématiques appliquées à CentraleSupélec • **Jean-Luc Perfettini**, codirecteur de l'unité Radiothérapie moléculaire et innovation thérapeutique (RaMo-IT – Univ. Paris-Saclay, Gustave Roussy, Inserm) • **Manon Pietrantonni**, étudiante à l'ENS Paris-Saclay et en master biologie-santé à l'Université Paris-Saclay • **Louise Poinsatte**, étudiante à l'Université Paris-Saclay • **Joséphine Renaud**, étudiante à l'Université Paris-Saclay • **Caroline Robert**, chercheuse au laboratoire Prédicteurs moléculaires et nouvelles cibles en oncologie (PMNCO – Univ. Paris-Saclay, Institut Gustave Roussy, Inserm) • **Achille Stocchi**, directeur du Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – Univ. Paris-Saclay, Univ. Paris Cité, CNRS) • **Stéphan Vagner**, chercheur et directeur du laboratoire Intégrité du génome, ARN et cancer (GIRC – Univ. Paris-Saclay, CNRS, Institut Curie) • **Réjane Vallée**, chercheuse au Centre Pierre Naville (CPN – Univ. Paris-Saclay, Univ. d'Évry) • **Gaël Varoquaux**, chercheur de l'équipe-projet SODA d'Inria Saclay

Membres du Comité éditorial ayant participé au numéro :

Julie Bernede • Aude Brianto-Escande • François Bugeon • Bruno Chanetz • Laurence Franchiset • Gaëlle Giraudier • Fabienne Goldfarb • Delphine Joseph • Olivier Kahn • Isabelle Lampre • Nathalie Limonta • Claire Lenz • Cécile Pérol • Bertrand Poumellec • Magalie Quet • Franck Richecoeur • Jacqui Shykoff • Odile Stephan • Tiina Suomijarvi

Directrice de la publication : Sylvie Retailleau
Directrice de la rédaction : Marie-Pauline Gacoin
Rédactrice en chef : Véronique Meder
Rédaction : Antoine Duval, Claire Gerardin, Alexandre Mathieu, Véronique Meder, Patricia Muller, Lucile Rabiet
Direction artistique : The Shelf Company
Impression : Stipa

ISSN 2679-4845 (imprimé)
ISSN 2777-4007 (en ligne)
Dépôt légal à parution

À LIRE
THE CONVERSATION

Rapport du GIEC : diviser les émissions de gaz à effet de serre par deux d'ici à 2030, c'est possible

Céline Guivarch, directrice de recherche au Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED – Univ. Paris-Saclay, AgroParis-Tech, CNRS, École des Ponts ParisTech, Cirad, EHESS) et maîtresse de conférences à l'École des Ponts ParisTech, et Franck Lecoq, directeur du Cired et professeur d'économie à AgroParisTech, présentent le troisième volet du sixième rapport du Giec concernant l'atténuation du réchauffement climatique.

<https://theconversation.com/rapport-du-giec-diviser-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-par-deux-dici-a-2030-cest-possible-180513>

Comment la fonte de la calotte glaciaire groenlandaise pourrait déplacer le paludisme en Afrique

Alizée Chemison, doctorante au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – Univ. Paris-Saclay, CNRS, CEA, UVSQ), étudie l'impact du dérèglement climatique sur les maladies vectorielles infectieuses. Au cœur de ses travaux, la possibilité que le paludisme soit forcé à se déplacer à cause du réchauffement climatique.

<https://theconversation.com/comment-la-fonte-de-la-calotte-glaciaire-groenlandaise-pourrait-deplacer-le-paludisme-en-afrique-180167>

Coupon

ABONNEZ-VOUS



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

ou en envoyant ce coupon par la Poste à :
Université Paris-Saclay – Direction de la marque et de la communication
Bâtiment Breguet – 3 rue Joliot-Curie
91190 Gif-sur-Yvette – France

Merci et bonne lecture !

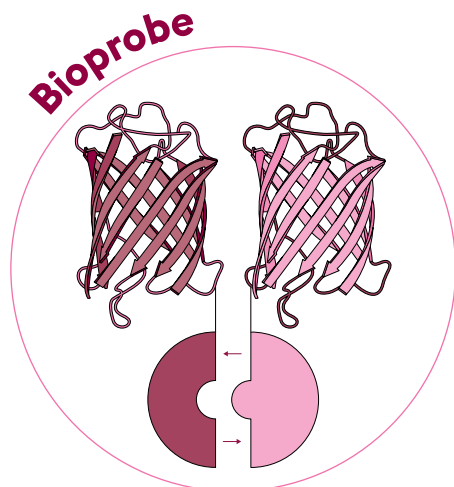
nom	prénom
.....
adresse	ville
.....
code postal	pays
.....
courriel	
.....	

LES OBJETS INTERDISCIPLINAIRES DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY (1/3)

AllCan

Allcan vise à mettre en place une « Alliance pour le Climat: Agissons maintenant! », afin de fédérer les unités d'enseignement et de recherche de l'Université autour des défis technologiques des transitions climatique et écologique, en mettant en place des formations, un pôle d'innovation et des recherches croisant les savoirs universitaires et technologiques.

GS impliquées: Biosphera; Économie et gestion; Géosciences, climat, environnement, planètes; Humanités et sciences du patrimoine; Sciences de l'ingénierie et des systèmes; Sociologie et science politique.



L'objectif de BioProbe est de promouvoir des projets innovants en chimie et en physique pour l'étude de processus biologiques en milieu complexe et de la signalisation cellulaire en vue d'applications dans le diagnostic et l'imagerie.

GS impliquées: Biosphera; Chimie; Health and Drug Sciences; Life Sciences and Health; Physique.

C-BASC

Le Centre d'études interdisciplinaires sur la biodiversité, l'agroécologie, la société et le climat vise à contribuer à l'étude, la conception et la mise en œuvre des transitions écologiques et agro-écologiques par la recherche interdisciplinaire, la formation et l'innovation.

GS impliquées: Biosphera; Économie et gestion; Géosciences, climat, environnement, planètes; Humanités et sciences du patrimoine; Life Sciences and Health; Sociologie et science politique.

H-CODE

Human-in-the-Loop for Control and decision a pour objectif l'étude théorique de la prise de décision à l'échelle de l'individu, du groupe et de la société en s'appuyant sur des approches de modélisation mathématique.

GS impliquées: Économie et gestion; Informatique et sciences du numérique; Life Sciences and Health; Mathématiques; Sciences de l'ingénierie et des systèmes; Sciences du sport, du mouvement et des facteurs humains.

IES

L'Institut de l'énergie soutenable est centré sur les voies durables de production, de stockage, de conversion, de distribution et d'utilisation de l'énergie, en considérant les aspects économiques et sociétaux liés.

GS impliquées: Chimie; Économie et gestion; Humanités et sciences du patrimoine; Institut des sciences de la lumière; Physique; Sciences de l'ingénierie et des systèmes.

Les Objets Interdisciplinaires (OI) ont pour objectif de porter des actions de recherche, de formation et d'innovation entre plusieurs Graduate Schools (GS) de l'Université, favorisant ainsi les collaborations sur des thématiques transverses.

HEALTHI

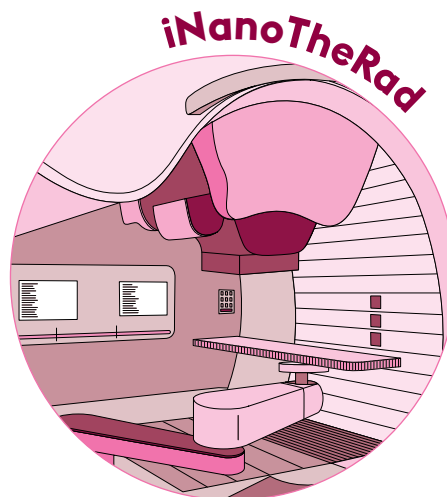
L'Institut de recherche en santé et en innovation thérapeutique a pour objectif de mieux comprendre les mécanismes physiopathologiques des maladies, améliorer la prévention (biomarqueurs, imagerie) et le traitement des maladies (médicaments, dispositifs médicaux...), mieux éduquer et traiter les patientes et patients (éducation thérapeutique, prise en charge, acceptation sociétale des traitements).

GS impliquées: Chimie; Health and Drug Sciences; Life Sciences and Health; Santé publique.

LM@W

LivingMachines@Work a pour objectif de comprendre les mécanismes moléculaires fondamentaux du vivant pour innover dans les domaines de la santé et des biotechnologies. LM@W s'intéresse aux machineries biologiques, à leur structure, leur fonctionnement, leur intégration dans les réseaux cellulaires, leur évolution et leurs applications en biotechnologie.

GS impliquées: Biosphera; Informatique et sciences du numérique; Life Sciences and Health; Mathématiques; Physique.



iNanoTheRad a pour objectif de proposer de nouvelles solutions cliniques basées sur l'utilisation de sources innovantes d'irradiation, de médicaments et de nanoparticules novateurs visant à augmenter l'effet stérilisant des rayons à la tumeur, de combattre la radio-résistance et de personnaliser les traitements par l'intégration notamment de solutions d'intelligence artificielle dans le parcours de soin.

GS impliquées: Chimie; Health and Drug Sciences; Institut des sciences de la lumière; Life Sciences and Health; Physique; Sciences de l'ingénierie et des systèmes.