# L'Édition de l'université paris-saclay octobre


Année 2020

Pays France

Numéro 14



Rubrique et thématique Recherche – Physique de la matière condensée — Page 19

Rubrique — Formation — Page 04

Titre
ALLIER PRÉSENTIEL ET DISTANCIEL : QUAND L'HYBRIDATION FAIT SA RENTRÉE

Rubrique et thématique Recherche – Management de la santé — Page 11

Rubrique — Médiation des sciences — Page 06

Titre
CONFÉRENCES EN CONFINEMENT : QUAND LA SCIENCE S'INVITE À LA MAISON

Rubrique et thématique Business & Innovation – Dispositifs d'accompagnement — Page 14

Rubrique et thématique — Recherche – Spécial Covid-19 — Page 08

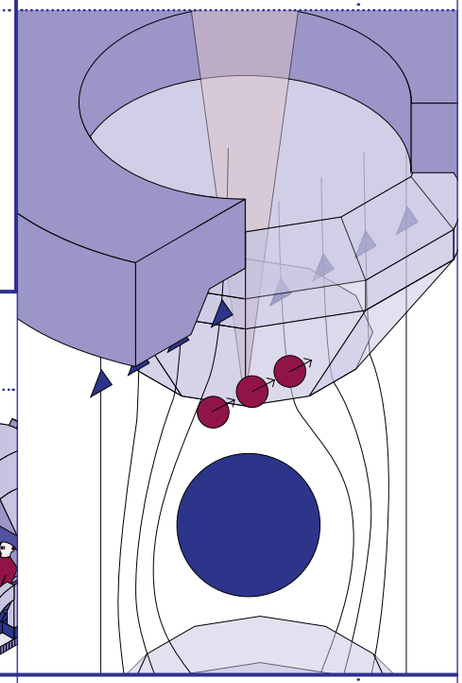
Rubrique et thématique — Recherche – Physique statistique — Page 19

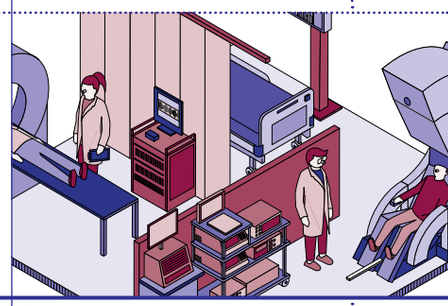
Rubrique — Vue d'ailleurs — Page 23

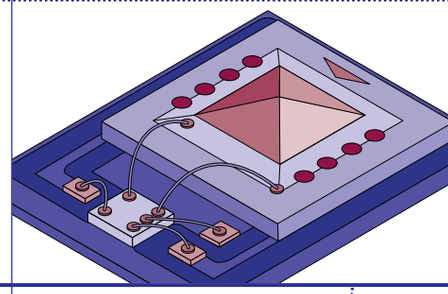
Titre
HOW FRANCE CREATED A UNIVERSITY TO RIVAL MIT

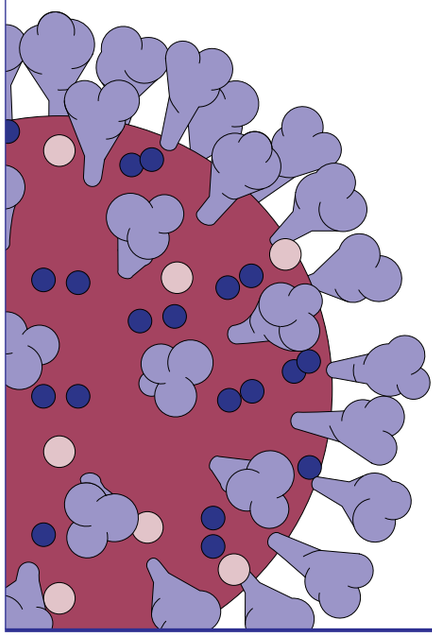
Rubrique — Vie de campus — Page 24

Titre
UN CAMPUS À L'HEURE COVID







université PARIS-SACLAY


Adresse
Espace technologique, Bât. Discovery – RD 128 – 1er étage, 91190 Saint-Aubin – France

Site internet
www.universite-paris-saclay.fr

# PRIX & DISTINCTIONS

## CHERCHEURS

**L'Institut universitaire de France** (IUF) a nommé quatre chercheurs de l'Université Paris-Saclay **membres juniors** et deux chercheurs **membres seniors**:

**Sylvain Arlot**, du Laboratoire de mathématiques d'Orsay (LMO – UPSaclay, CNRS), est nommé membre junior. Son domaine de recherche est à l'interface entre statistique mathématique et apprentissage automatique.

**Sylvain Bouley**, du laboratoire Géosciences Paris-Saclay (GEOPS – UPSaclay, CNRS), est nommé membre junior. Il est spécialiste de la planète Mars et des cratères d'impact.

**Nicolas Delpierre**, du laboratoire Écologie, systématique et évolution (ESE – UPSaclay, CNRS, AgroParisTech) est nommé membre junior. Ses travaux de recherche portent sur les déterminants environnementaux et biologiques des processus d'acquisition et d'utilisation des ressources (carbone, eau, nutriments) par les arbres en forêt.

**Quentin Mérigot**, du Laboratoire de mathématiques d'Orsay (LMO – UPSaclay, CNRS), est nommé membre junior. Ses travaux de recherche portent sur le transport optimal et ses applications, les problèmes inverses, la discrétisation d'équations aux dérivées partielles et les méthodes géométriques pour l'analyse des données.

**Elisabeth Gassiat**, du Laboratoire de mathématiques d'Orsay (LMO – UPSaclay, CNRS), est nommée membre senior. Elle est spécialiste des statistiques et de la théorie de l'information.

**Yannis Manoussakis**, du Laboratoire de recherche en informatique (LRI – UPSaclay, CNRS), est nommé membre senior. Ses travaux de recherche portent sur les mathématiques discrètes et les fondements de l'informatique.

**Nicolas Elie**, spécialiste en techniques d'analyse chimique à l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN – UPSaclay, CNRS), et **Farah Savina**, spécialiste en synthèse chimique au sein de l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay (ISMO – UPSaclay, CNRS), ont reçu la **médaille de cristal 2020 du CNRS**.

**Christophe Laux**, du laboratoire Énergétique moléculaire et macroscopique, combustion (EM2C – UPSaclay, CNRS, CentraleSupélec) a reçu la distinction de ***fellow 2020*** de l'***American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA)***.

© F.Rhodes – CEA

**Valérie Masson-Delmotte** , du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – UPSaclay, CNRS, CEA, UVSQ), s'est vu décerner la **médaille Milutin Milankovich 2020** pour sa contribution à la recherche sur le changement climatique à long terme et pour son leadership dans les efforts internationaux visant à mettre la science au service de la société.

**Anaëlle Maury**, du Département d'astrophysique – Irfu (DAp – UPSaclay, CEA), est lauréate du **prix Jeune chercheur(euse) 2020 de la Société française d'astronomie et d'astrophysique (SF2A)** en récompense de ses travaux scientifiques et de son implication au service de la communauté astronomique.

© CNRS

**Yves Meyer**, professeur émérite en mathématiques à l'ENS Paris-Saclay et chercheur au Centre Borelli (CGB – UPSaclay, CNRS, ENS Paris-Saclay) est récompensé du **prix de la Fondation Princesse des Asturies 2020 pour la recherche scientifique et technique** pour ses avancées importantes réalisées dans la théorie mathématique des ondelettes.

## ÉTUDIANTS

**Olga Bragoi**, **Lamine Dia**, **Yanis Djouder**, **Adrien Laoufi**, **Abraham Le Guen Yeganeh-Cary** et **Clara Martin**, étudiants à la Faculté de Droit, Économie, Gestion de l'Université Paris-Saclay et membres du club de débat Révolte-toi Jean Monnet, ont remporté en équipe **la finale des championnats de France 2020 de débat**.

**Yoann Launay**, élève-ingénieur à CentraleSupélec, a remporté le **prix de la meilleure communication sous forme de poster** lors de la conférence internationale en ligne *Quantum Crystallography Online Meeting 2020*.

© Fondation L'Oréal

**Léa Bonnefoy**, doctorante au Laboratoire Atmosphères, milieux, observations spatiales (LATMOS – UPSaclay, UVSQ, CNRS, Sorbonne Université), **Charlotte Canet-Jourdan**, doctorante au laboratoire Dynamique des cellules tumorales (TCD – UPSaclay, Inserm, Institut Gustave Roussy), **Élodie Hinnekens**, doctorante au Laboratoire Complexité, innovation, activités motrices et sportives (CIAMS – UPSaclay), et **Solène Marie**, doctorante au Laboratoire d'imagerie biomédicale multimodale Paris-Saclay (BIOMAPS – UPSaclay, CEA, CNRS, Inserm) sont lauréates du **prix jeunes talents France L'Oréal-UNESCO pour les femmes et la science 2020**.

## ENTREPRISES / PROJETS

### DAMAE MEDICAL

**DAMAE Medical**, liée au Laboratoire Charles Fabry (LCF – UPSaclay, IOGS, CNRS), est **lauréate de l'appel à projets du *Health Data Hub*** co-organisé avec le Grand défi «IA et santé» et soutenu par Bpifrance. Elle propose une nouvelle technologie de diagnostic des cancers de la peau grâce à l'imagerie optique.

### i-Lab

Huit **lauréats de l'édition 2020 du concours national d'innovation i-Lab**, dont un Grand Prix, sont issus des laboratoires de l'Université Paris-Saclay ou portés par ses anciens étudiants:

**CERES BRAIN Therapeutics**, porté par Thomas Joudinaud, est une spin-off du CEA qui valorise des brevets issus du Service de pharmacologie et immunoanalyse (SPI – UPSaclay, Inrae, CEA) et du Service de chimie bio-organique et de marquage (SCBM – UPSaclay, CEA). Elle développe un médicament administré par voie nasale pour traiter un syndrome autistique génétique chez les enfants.

**ELPIS**, porté par Philippe Chambon, valorise une technologie brevetée et des travaux amorcés dans l'unité de recherche Handicap neuromusculaire: physiopathologie, biothérapie et pharmacologie appliquées (END-ICAP – UPSaclay, UVSQ, Inserm) et l'AP-HP. Il vise à développer des produits de thérapie génique pour le traitement des troubles mictionnels.

**FinX**, porté par Harold Guillemin, ancien étudiant de CentraleSupélec, développe le premier moteur électrique de bateau à nageoire.

**IMESCIA**, porté par Tanguy Boissenot et issu de l'Institut Galien Paris-Saclay (IGPS – UPSaclay, CNRS), vise la mise au point de médicaments anticancéreux à haute activité administrés par la voie sous-cutanée.

**InBolt**, porté par Rudy Cohen, ancien étudiant de l'ENS Paris-Saclay, vise à améliorer la traçabilité et la fiabilité des processus manuels du monde industriel.

**I-Ris**, porté par Sami Kraiem, de l'Institut VEDECOM dont l'UVSQ est membre fondateur, vise à connaître la mobilité des personnes pour optimiser les services de transport.

**Mangrove**, porté par Emeric Lemaire, ancien étudiant de l'ENS Paris-Saclay, déploie une plateforme décentralisée de valorisation des données de santé.

**PROQURE**, porté par Georges Reymond et issu du Laboratoire Charles Fabry (LCF – UPSaclay, IOGS, CNRS), développe un processeur quantique à atomes de Rydberg passant à l'échelle. **Grand Prix**.

# ÉDITO

© UPSaclay

Le 15 août dernier, l'Université Paris-Saclay plaçait la recherche française dans le top 15 mondial. Cette 14e place attribuée à notre université dans le classement de Shanghai, publié par l'ARWU, nous remplit d'une grande fierté et, surtout, nous investit d'une grande responsabilité.

Une responsabilité envers nos étudiants, qui vivent des moments difficiles dans des facultés, des IUT et des écoles où nous devons leur imposer des conditions d'études et de vie moins insouciantes qu'ils le voudraient. Mais il en va ainsi de leur santé et de celle de leurs proches.

Une responsabilité envers nos équipes de recherche et d'enseignement, qui relèvent le double défi du maintien au plus haut niveau de leur activité habituelle et de la réponse aux enjeux de la situation sanitaire française et mondiale : hybridation des enseignements, mobilité internationale à réinventer, production de connaissances et appui aux décisions publiques… Vous en trouverez de nombreux exemples dans ce numéro de notre revue. En particulier, dès le début de l'épidémie de Covid-19, de nombreux scientifiques de l'Université Paris-Saclay ont contribué à la lutte contre cette maladie et l'ont incluse dans leurs recherches. La pandémie, mais aussi le confinement, les ont amenés, entre autres, à développer des outils pour les soignants, à travailler sur de nouveaux médicaments et à analyser de nombreuses données de santé.

Une responsabilité envers tous nos personnels, qui, dans l'ombre, assurent l'administration et le fonctionnement d'une université capable de rivaliser avec les meilleures au monde.

Une responsabilité, enfin, envers toute la société, citoyens, élus, partenaires, qui sont en droit d'attendre de nous que nous jouions notre rôle dans le partage des connaissances et leur transfert vers un tissu économique qui a encore plus besoin aujourd'hui des innovations que nos équipes et nos jeunes chercheurs sont à même de développer.

Cette crise sanitaire nous fragilise toutes et tous, mais l'université est un socle solide de notre société par son attachement sans borne à former la jeunesse et par la solidarité qui la caractérise. Les milliers d'étudiants que nous avons accueillis cette année encore, et qui démarrent ou poursuivent leurs cursus, en font l'expérience tous les jours. Et je sais que, cette année aussi, nous leur ferons briller les yeux.

Bonne lecture de ce nouveau numéro de notre revue.

« Ensemble, restons prudents et solidaires. »

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

Titre

# Allier présentiel et distanciel : quand l'hybridation fait sa rentrée

© Christophe Peus – UPSaclay

**La nouvelle année universitaire, marquée par la persistance de la pandémie de Covid-19, s'annonce hybride à l'Université Paris-Saclay, avec des cours articulant présentiel et distanciel. Un format qu'il a fallu préparer durant l'été, pour à la fois parer à tout imprévu et enrichir les enseignements.**

Avec le contexte sanitaire actuel toujours très incertain, la préparation de la rentrée universitaire a cette année pris une tournure inédite. « *Les orientations en la matière, construites en concertation avec les composantes de l'Université Paris-Saclay, ses établissements-composantes et ses universités membres-associés, reposent sur une hybridation des cours, pour respecter autant que possible la distanciation physique* », signale Isabelle Demachy, vice-présidente Formation, innovation pédagogique et vie étudiante à l'Université. Si le présentiel reste central dans les cours – « *nous sommes sortis de l'expérience du confinement confortés par le fait que la transmission des connaissances et des compétences passe essentiellement par-là* » –, la recommandation a été faite au corps enseignant, avant ses congés d'été, de réfléchir à un scénario l'articulant au distanciel.

Pour les enseignants, enseignants-chercheurs ou responsables de formation, il s'agit de transmettre les notions essentielles en présentiel, et d'enrichir leurs cours par des séances à distance, synchrones ou asynchrones, de façon à limiter les flux simultanés d'étudiants sur les campus. « *Le but est d'être rapidement capable de basculer d'un présentiel majoritaire vers un distanciel devenant la norme en cas d'accélération brutale de l'épidémie ou d'apparition d'un cluster entraînant la fermeture d'établissements.* » Sur le campus et dans les espaces clos, le port du masque est quant à lui obligatoire et la distanciation physique à déployer autant et dès que possible.

### Accompagner l'adaptation pédagogique

Pour les aider à s'adapter à ce contexte pédagogique contraint, les enseignants disposent de recommandations-guide et de tutoriels produits à cet effet par les ingénieurs pédagogiques et chargés de mission Innovation pédagogique, et hébergés sur un site Internet dédié. « *Vu l'hétérogénéité et le nombre des formations, des publics et des rythmes, on ne peut pas partir sur une approche qui s'imposerait de façon identique à tout le monde. Ça laisse des espaces de liberté* », nuance Isabelle Demachy. En complément, des formations – en présentiel et à distance –, participent depuis la rentrée, à repenser les cours sous la forme d'un enseignement hybride, et des temps d'échanges au niveau des composantes favorisent la remontée des problèmes.

L'Université s'est aussi engagée à financer l'acquisition d'équipements informatiques et audiovisuels à hauteur de 600 k€, et a répondu conjointement avec celles d'Évry et de Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines à l'appel à projets « Hybridation des formations de l'enseignement supérieur » lancé par l'État. Un budget global de 1,5 millions d'euros viendra les aider à équiper les sites d'enseignements et accompagner des projets d'hybridation durable voulus par certaines équipes pédagogiques. « *On va par exemple acheter des tablettes graphiques, des micros, des casques ou des systèmes mobiles de captation, pour produire des capsules vidéo venant en complément des cours. Le jour où la situation sanitaire redeviendra normale, ces outils et ressources pédagogiques en ligne continueront à être pertinents, car ils participent à la réussite*

*des étudiants, notamment ceux salariés, en situation de handicap ou en reprise d'étude* », souligne Isabelle Demachy.

**Cas particuliers d'étudiants**

En cette rentrée, l'attention se porte également sur les étudiants primo-arrivants, notamment ceux post-bac. « *Le passage du lycée à l'université est une étape en soi et pour eux, la place du présentiel doit être significative, surtout lors des premières semaines de cours. Les enseignants sont conscients que les connaissances acquises normalement à la fin du lycée seront peut-être parcellaires cette année. Un soutien en sciences sera mis en place auprès des étudiants en difficulté ou qui le souhaitent, et assuré via des ressources en ligne et des doctorants* », commente la vice-présidente.

Accueillant majoritairement des étudiants étrangers, les formations internationales ont été mobilisées très tôt pour préparer la rentrée. Soit ces formations se déroulent intégralement à distance, que les étudiants soient là ou pas, soit elles se font sur un mode hybride, combinant distanciel et présentiel. Un quart d'entre elles – soit une trentaine – se sont engagées à assurer un premier semestre intégralement à distance.

Si le doute persiste dans l'évolution de la crise sanitaire, une chose est sûre : le contrôle continu démarrera très tôt, notamment pour les étudiants de première année, et sa proportion sera augmentée. Des étapes d'évaluation, de type partiels, en présentiel viendront néanmoins le compléter.

www.persay.universite-paris-saclay.fr

Titre

## Assurer la continuité pédagogique en période de confinement

**Arrivé brutalement, le confinement généralisé vécu en France au printemps a obligé le corps enseignant et le personnel des directions de l'Université, ses composantes et ses membres, à expérimenter des solutions pédagogiques originales pour traverser cette période.**

« *Sans l'avoir anticipé, l'ensemble du corps enseignant a traversé le confinement avec exemplarité, réactivité et adaptation, et réussi à sauver l'essentiel de son enseignement sur cette période* », souligne d'emblée Isabelle Demachy, vice-présidente Formation, innovation pédagogique et vie étudiante à l'Université Paris-Saclay. Une enquête montre qu'en grande majorité, les enseignants et enseignants-chercheurs ne sont pas restés isolés. S'ils ont utilisé les outils rapidement mis en place par l'Université, comme la solution de classe virtuelle *Collaborate* pour les enseignements à distance, ils ont aussi discuté entre eux pour trouver d'autres ressources et méthodes, et transmettre à leurs étudiants les connaissances restantes. Leur mobilisation et celle du personnel des directions de l'innovation pédagogique, de la formation et de la vie de campus, ont permis d'assurer la continuité pédagogique et de maintenir le lien avec les étudiants. Des campagnes sms ont servi à identifier ceux en difficulté et à les suivre à distance, et près de 500 d'étudiants ont bénéficié de dons de matériel (ordinateurs ou outils de connexion).

**Des formats de cours bouleversés**

À CentraleSupélec, le pôle pédagogique a proposé des entretiens individuels pour conseiller les enseignants dans l'adaptation à la distance de leurs cours. « *On leur a conseillé d'éviter les temps synchrones trop longs, où les étudiants restent passifs, mais plutôt d'essayer un système de classe inversée : les étudiants visionnent à leur rythme et en amont les ressources en ligne envoyées, et quand l'enseignant les retrouve ensuite lors d'exercices en synchrone, ils en deviennent réellement acteurs* », signale Françoise Berthoud, qui a désormais rejoint la direction de l'Innovation pédagogique de l'Université Paris-Saclay. « *Il faut aussi privilégier des vidéos courtes, comportant un ou deux objectifs pédagogiques au maximum, pour que les étudiants ne décrochent pas trop vite. On avance moins vite à distance, il faut accepter d'en faire moins.* » Au final, certains formats de cours « confinés » ont enthousiasmé les étudiants et recueilli un taux de satisfaction aussi bon à distance qu'usuellement en présentiel.

**Des modalités numériques comme support**

À l'INSTN de Saclay, cela fait déjà deux ans que la transformation numérique est en marche et que ses modalités s'intègrent à la formation continue professionnelle et diplômante. « *Avec le numérique, les séquences pédagogiques se structurent différemment et se découpent en séquences courtes. On ne réfléchit pas en heures de formation mais en modules, alignés sur les compétences visées, qui comprennent plusieurs activités pédagogiques, comme des cours filmés, des powerpoints, accompagnés ou non d'une voix off, des tests construits de façon à vérifier si la compétence est acquise…* », commente Vincent Minier, responsable de la transformation numérique de l'Institut. À l'annonce du confinement, *Instart Learning*, la plateforme d'apprentissage en ligne développée par l'organisme, a naturellement pris le relais, centralisé les informations et les enseignants y ont déposé leurs supports de cours.

**Réussir à évaluer à distance**

Sujet épineux, l'organisation et le suivi des examens à distance a donné lieu à des systèmes d'évaluation totalement originaux. « *Avec des promos de 900 étudiants en première année à CentraleSupélec, le principe retenu, le moins intrusif, a été de prendre en photo, avant le démarrage de l'épreuve, la carte d'identité de l'étudiant et l'étudiant lui-même via la caméra de son ordinateur, puis d'autres photos, à intervalles réguliers* », se rappelle Françoise Berthoud. 9 000 cessions d'examens, reposant entre autres sur des QCM, ont été réalisées ainsi pendant deux mois. « *À l'INSTN, cela démarrait par un test matériel et une vérification de l'identité de l'étudiant. L'examen était filmé via la webcam de l'ordinateur de l'étudiant et un partage de son écran. Le téléphone portable de l'étudiant ou une tablette tactile était utilisé pour filmer ses mains. L'examen se terminait par le téléchargement de la copie* », se souvient Vincent Minier. Une dizaine d'examens de trois heures chacun ont été suivis de cette façon par 70 étudiants. L'équipe de l'INSTN a préalablement testé avec eux ces modalités à l'aide d'examens blancs.

De l'avis de chacun, le confinement a encore accéléré la transformation numérique. « *Beaucoup d'enseignants se sont rendu compte des possibilités que cela offre pour leurs cours* », souligne Vincent Minier. L'interopérabilité sera le défi de demain : combiner avec flexibilité toutes ces modalités, tout en rationnalisant le numérique.

Titre

# Conférences en confinement : quand la science s'invite à la maison

© La physique autrement

**Lors du récent confinement généralisé en France lié à la pandémie de Covid-19, des chercheurs de l'Université Paris-Saclay ont investi les médias sociaux avec des vidéos de « conférences confinées ». Ces initiatives présentant la science et des expériences à faire depuis chez soi, continuent aujourd'hui sous de nouveaux formats.**

Pour se lancer dans une telle aventure, il a fallu aux chercheurs une solide motivation. « *L'enjeu était d'échapper au format habituel de la conférence de vulgarisation* », explique Julien Bobroff, du Laboratoire de physique des solides (LPS – UPSaclay, CNRS) qui a mis en ligne des vidéos mêlant expériences de physique à faire chez soi, comme la mesure de la gravité terrestre, et découverte de la recherche actuelle. Pour Hervé Dole, de l'Institut d'astrophysique spatiale (IAS – UPSaclay, CNRS), l'interactivité a primé : « *Je posais des questions sur l'astrophysique au public, qui votait, et je voyais les résultats en direct. Cela permettait d'en discuter en temps réel* ». Enfin, Benjamin Brigaud et Cécile Quantin, du laboratoire Géosciences Paris-Saclay (GEOPS – UPSaclay, CNRS), ont proposé de courtes vidéos sur des roches : « *L'idée de vulgariser ce qu'est un échantillon minéral et ce qu'on peut lui faire dire nous a motivés* ».

Si les problèmes techniques et logistiques ont compliqué les opérations, l'accueil du public a été enthousiaste. « *Beaucoup de gens m'ont écrit pour me dire qu'ils m'étaient reconnaissants de ces vidéos* », confie Julien Bobroff. « *Les scientifiques renvoient souvent une image inaccessible,* ajoute Hervé Dole. *Se présenter de manière interactive, simple et accessible plaît beaucoup.* »

Aujourd'hui, ces initiatives ne sont pas oubliées et ont donné des pistes pour des actions futures. « *De nouvelles vidéos sur les roches continuent à être mises en ligne* », se réjouit Cécile Quantin. Julien Bobroff et son équipe ont conçu avec le ministère de l'Éducation nationale des travaux pratiques pour les professeurs de physique du secondaire et faisables à distance. Enfin, Hervé Dole a lancé en ligne un festival annuel mêlant astrophysique et jazz : « Du Big Bang aux big bands ».

**www.ias.u-psud.fr/dole/conferenceconfineeastro2020.php**
**www.hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/projet/confarences_confinaes/**
**www.youtube.com/channel/UCXs9Q2DG8_QMWDYh_mRyEA/videos?view=0&sort=p&shelf_id=2**

Titre

## Vienne la nuit sonne l'heure : l'écoulement du temps en confinement

Votre confinement n'était-il fait que de journées interminables ou au contraire, est-il passé en un éclair ? Votre rapport au temps a peut-être été un peu chamboulé… Pour comprendre ce phénomène, une équipe de l'unité Neuroimagerie cognitive (UNICOG – UPSaclay, Inserm, CEA) de Neurospin a lancé, début avril, « Temps confiné », une enquête participative en ligne diffusée dans dix-sept pays comptant chacun près de 100 participants. Cette étude de psychologie expérimentale et de chronobiologie s'intéresse à l'impact du confinement sur, entre autres, les rythmes d'éveil et de sommeil ou la perception de la durée. « *Il s'agit d'une superbe contribution en temps et en énergie aux sciences participatives offerte par les participants* », se réjouit Virginie van Wassenhove, responsable de l'équipe Cognition & Dynamique cérébrale. Le recrutement d'un nouveau groupe de participants aura bientôt lieu : restez aux aguets !

**www.brainthemind.com/temps-distanciation-sociale**

Titre

## Le CEA au festival des jeux de Cannes

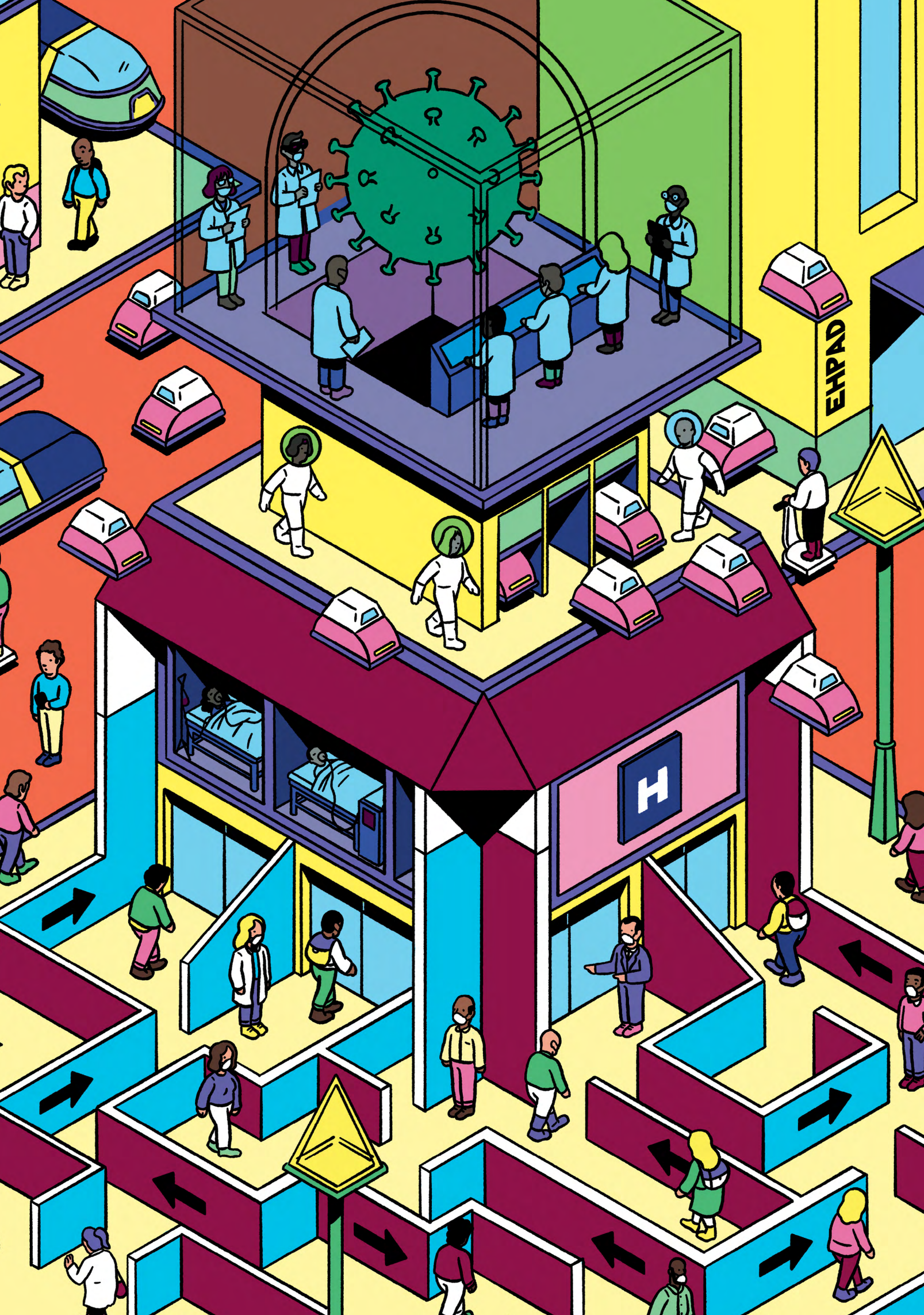
© CEA

**Du 21 au 23 février 2020, le CEA a participé au Festival international des jeux de Cannes, la plus importante manifestation ludique francophone.**

Faites vos jeux ! Une exclamation qui a dû résonner fort au sein du CEA. Dans un souci de diffusion de la culture scientifique, les chercheurs ont développé cinq jeux, dont plusieurs financés par la Diagonale Paris-Saclay, qu'ils ont présentés lors de cette première participation au Festival. Du jeu vidéo (*Le prisonnier quantique*) au jeu de plateau (*Climatic-Tac, Exoplanètes : le jeu* et *Astro chronomaître*), en passant par une application mobile (*ClimarisK*), un même objectif : parler de sciences avec le grand public. « *Le jeu est un bon prétexte pour initier un échange et permettre un dialogue plus riche,* explique Céline Lipari, responsable éditoriale du site Internet du CEA. *L'accueil a été excellent, les gens posaient beaucoup de questions et allaient au-delà du jeu, sur les recherches menées au sein du CEA. On a même eu des demandes pour acheter les jeux et repartir avec eux !* ».

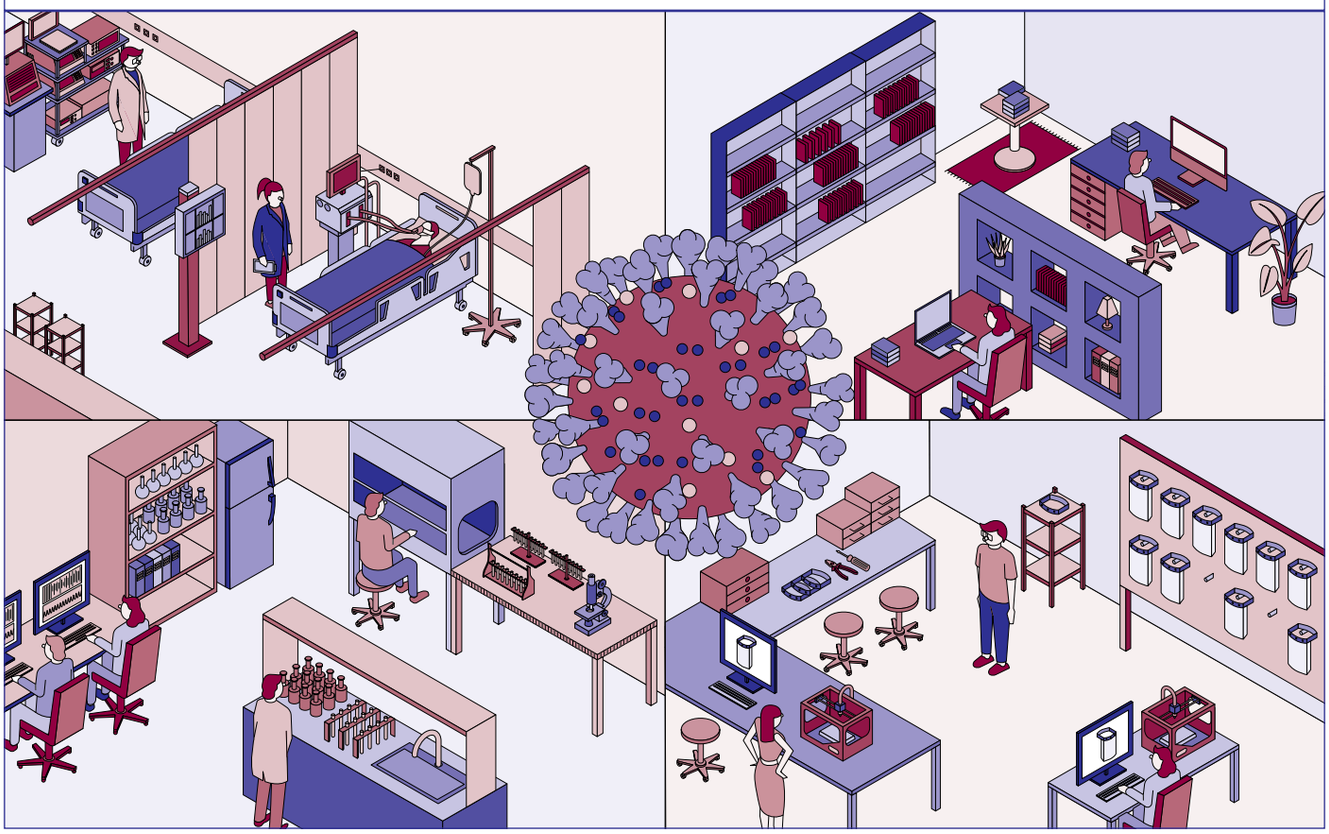
**www.prisonnier-quantique.fr**

Illustrations page de droite et page 22 : **Simon Bailly**


EHPAD
H

Titre

# Covid-19 : l'Université Paris-Saclay, un foyer de projets



**Dès le début de l'épidémie de Covid-19, de nombreux scientifiques des composantes, établissements-composantes, universités membres-associés et partenaires de l'Université Paris-Saclay, ont contribué à la lutte contre l'épidémie et inclus le Covid-19 dans leurs recherches. La pandémie, mais aussi le confinement, les ont amenés, entre autres, à développer des outils pour les soignants ou à étudier médicaments et données de santé. Petit tour d'horizon non exhaustif.**

Si les tests PCR sont le point d'entrée pour la détection d'une infection par le SARS-CoV-2, la start-up MORPHEE+, issue du laboratoire SONDRA (UPSaclay, CentraleSupélec, ONERA), a pour projet de repérer les symptômes associés à la maladie via un système de micro-radar. À l'origine, cette start-up commercialise un dispositif de détection de chutes en temps réel, basé sur le même système. « *On envoie dans la pièce une onde radio, qui s'y propage, et dès qu'elle rencontre un objet, une partie de l'onde revient* », explique Sylvain Azarian, directeur de MORPHEE+. L'outil a été légèrement modifié pour détecter les symptômes de détresse respiratoire associés au Covid-19. « *Si le capteur est le même, il nous faut encore changer quelques algorithmes pour détecter finement le rythme respiratoire* », indique Sylvain Azarian. L'équipe espère déceler de cette manière les symptômes du Covid-19 d'ici la fin de l'année.

### Mieux caractériser et soigner le Covid-19

L'intelligence artificielle (IA) s'est également mise au service de la recherche sur le Covid-19, grâce au projet ScanCovid porté par l'équipe-commune OPIS (Inria,CentraleSupélec), en partenariat avec l'Institut Gustave Roussy, l'Hôpital Bicêtre (AP-HP) et la start-up Owkin. « *Notre équipe a eu pour challenge d'analyser les images de scanners thoraciques des patients Covid-19, afin de localiser et de quantifier l'étendue des lésions soupçonnées d'être des facteurs de sévérité de la maladie. Nous avons utilisé des méthodes d'IA pour apprendre automatiquement à prédire, pour chaque patient, le volume de chacune de ses lésions* », indique Émilie Chouzenoux, membre de l'équipe-commune OPIS et porteuse du projet. Les résultats montrent que les méthodes d'apprentissage profond (ou *deep learning*) utilisées sont capables de révéler la sévérité de la maladie au moyen des scanners thoraciques, et que cette approche améliore les prédictions quant à son évolution.

> **« Nous avons utilisé des méthodes d'IA pour apprendre automatiquement à prédire, pour chaque patient, le volume de chacune de ses lésions. »**
>
> **Émilie Chouzenoux**

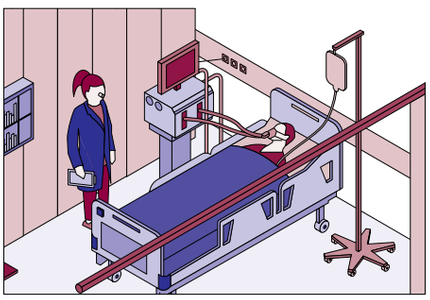
Un autre enjeu majeur des recherches est de trouver des traitements contre le SARS-CoV-2. Parmi les molécules thérapeutiques étudiées : les antiviraux, bien sûr, mais aussi celles capables de lutter contre les puissantes inflammations parfois déclenchées par l'infection, également appelées « orage cytokinique ».

Le laboratoire Immunologie des maladies virales, auto-immunes, hématologiques et bactériennes (IMVA-HB – UPSaclay, Inserm, CEA) s'est intéressé aux antiviraux et a effectué différents tests précliniques : « *Nous avons testé plusieurs molécules sur des macaques cynomolgus, dont on sait qu'ils sont infectés par le SARS-CoV-2 avec un profil similaire à l'Homme. La pathologie y est également très proche dans ses stades précoces* », explique Roger Le Grand, directeur du laboratoire. L'hydroxychloroquine, l'association lopinavir/ritonavir ou l'ivermectine ont ainsi été testées. L'étude Coriumuno-19, portée par l'AP-HP et le consortium REACTing, et à laquelle prend part le personnel hospitalo-universitaire de la Faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay, s'est, quant à elle, penchée sur l'effet de différents immunomodulateurs sur l'emballement du système immunitaire parfois observé chez certains malades. Cet ensemble d'essais cliniques, incluant environ 700 patients, a notamment testé des inhibiteurs des molécules entraînant l'inflammation. L'un d'entre eux a débouché sur des résultats prometteurs et sera prochainement publié. Xavier Mariette, président du Conseil scientifique de la Faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay et co-investigateur principal de l'étude Corimuno-19, précise : « *Certains essais seront probablement négatifs, mais ils sont presque aussi importants que s'ils étaient positifs. Il est crucial pour la communauté scientifique de savoir qu'un médicament n'a pas d'efficacité dans cette maladie.* »

> **« Il est crucial pour la communauté scientifique de savoir qu'un médicament n'a pas d'efficacité dans cette maladie. »**
>
> **Xavier Mariette**

Toutes ces molécules faciliteront peut-être la lutte contre le virus, mais « *pour combattre efficacement un ennemi, il faut bien le connaître* », souligne Agnès Delaunay-Moisan. Cette chercheuse à l'Institut de biologie intégrative de la cellule (I2BC – UPSaclay, CEA, CNRS) est porteuse du programme Ped-Covid. En partenariat avec la société NG Biotech, l'Institut Pasteur, l'Institut Necker et le Centre national de recherche en génomique humaine (CNRGH – UPSaclay, CEA), cette étude cherche à enrichir les connaissances concernant l'immunoprotection des enfants infectés par le SARS-CoV-2. « *Notre question prioritaire est la séroprévalence : est-ce que les enfants ont rencontré le virus et comment le sait-on, par exemple en recherchant des antigènes* », précise Agnès Delaunay-Moisan. L'étude a abordé la potentialité d'une immunité due aux infections précédentes par les coronavirus saisonniers et révélé l'absence d'immunité croisée. La suite portera sur la circulation du virus chez les enfants – évaluée via des tests PCR – et leur immunoprotection à long terme.

### Rapidement construire des outils opérationnels pour les hôpitaux et les soignants



Durant le confinement, d'autres équipes de recherche ont mis en place des dispositifs visant à aider les soignants ou les victimes du Covid-19. Parmi eux, des applications pour faire face à l'arrivée importante de patients en réanimation. En région parisienne, c'est l'entrepôt des données de santé (EDS) de l'AP-HP qui a été exploité pour visualiser et analyser les flux. À l'appel de l'AP-HP, plusieurs équipes d'Inria Saclay ont développé l'outil de visualisation ScikitEDS. « *L'EDS indique combien de personnes sont entrées à l'hôpital et quels sont les flux, et donne des informations sur l'âge, les antécédents médicaux, etc. des patients. Grâce à ScikitEDS, nous avons présenté tous ces indicateurs à la direction générale de l'AP-HP de manière graphique et synthétique,* explique le porteur du projet, Alexandre Gramfort, de l'équipe-projet Parietal (UPSaclay, Inria, CEA). *Nous devions produire quotidiennement une page web comportant des graphiques interactifs, permettant à la cellule de crise de l'AP-HP de comprendre l'évolution des besoins hospitaliers.* »

D'autres régions ont rencontré les mêmes besoins. « *Dans la région Grand-Est, les réanimateurs ont dû s'organiser pour échanger régulièrement entre eux et s'informer du nombre de lits disponibles* », explique Julie Josse de l'équipe-projet XPOP (École polytechnique, Inria), co-porteuse du projet ICUBAM avec Alexandre Gramfort. L'application ICUBAM développée est venue formaliser et sécuriser cet échange d'informations à destination des soignants en réanimation. Elle a rapidement été adoptée dans la région. Grâce à elle, le personnel médical a pu actualiser et visualiser en temps réel le nombre de lits disponibles et les flux de patients. Les données récoltées et analysées par ICUBAM et ScikitEDS ont été déposées sur *Health Data Hub*, afin d'être mises à la disposition de la communauté scientifique et réutilisées par d'autres projets de recherche, notamment en épidémiologie ou en recherche biomédicale.

> **« Nous devions produire quotidiennement une page web comportant des graphiques interactifs, permettant à la cellule de crise de l'AP-HP de comprendre l'évolution des besoins hospitaliers. »**
>
> **Alexandre Gramfort**

L'afflux de patients a aussi eu des conséquences sur les interactions entre les familles des malades et les soignants. « *Habituellement, familles et soignants communiquent par téléphone. Mi-mars, voyant l'afflux de patients augmenter, les services de réanimation de l'AP-HP ont su qu'ils ne pourraient plus donner de nouvelles aux familles* », explique Nicolas Anciaux, responsable de l'équipe PETRUS commune entre Inria Saclay et le laboratoire Données et algorithmes pour une ville intelligente et durable (DAVID – UPSaclay, Inria, UVSQ). Avec Dominique Chapelle et Céline Grandmont d'Inria, et en partenariat avec la société Hippocad, ils ont créé PréLiFa, une plateforme destinée aux soignants en réanimation et leur permettant d'envoyer des nouvelles aux familles. Selon Nicolas Anciaux, « *PréLiFa a révélé un vrai besoin. Tous les soignants mobilisés autour d'un patient ont pu transmettre des nouvelles à la famille, qui a ainsi pu voir que toute une équipe de soins entourait leur parent, ce qui a été reçu très positivement* ».

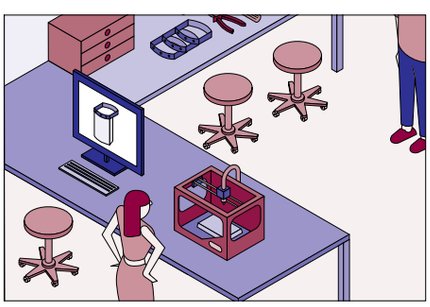
Une autre collaboration entre le monde de la recherche et le personnel soignant s'est développée face à la crainte d'un manque de respirateurs. Le projet CLEAR, porté par l'institut LIST (UPSaclay, CEA) et le service hospitalier Frédéric Joliot (SHFJ – UPSaclay, CEA), a eu pour objectif d'améliorer les respirateurs d'urgence, disponibles en grande quantité. « *Deux dispositifs ont été réalisés au sein du projet*

*CLEAR* », signale Gregorio Ameyugo, de l'institut LIST. « *À l'origine, l'insufflateur CLEAR-R a été développé pour ventiler manuellement les patients. Nous l'avons ensuite automatisé. En parallèle, le dispositif CLEAR-M a été conçu pour monitorer les patients atteints du Covid-19. Branché sur les respirateurs d'urgence, il fournit les informations de débit et de pression indispensables à la ventilation de ces patients. CLEAR-M transforme ainsi une Twingo en Ferrari* », détaille Vincent Lebon, chef de service au SHFJ.

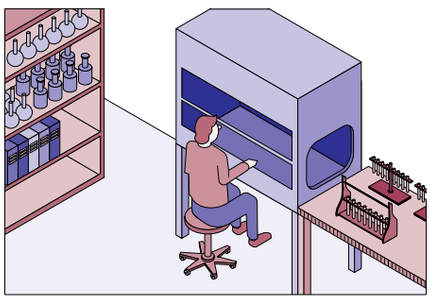
## « Pour combattre efficacement un ennemi, il faut bien le connaître. »

**Agnès Delaunay-Moisan**

Le confinement a également vu la mobilisation des makers, pour la fabrication de visières de protection en plastique par exemple. Le sociologue Volny Fages, du Département de sciences sociales de l'ENS Paris-Saclay, étudie d'ailleurs leurs pratiques depuis plusieurs années. « *Pendant le confinement, nous avons constaté une croissance de l'activité dans le milieu des makers, pour participer à la lutte contre le virus. Nous avons alors envisagé une enquête* », déclare le chercheur. Avec son équipe, il s'est intéressé aux profils des makers et à leurs modes d'organisation durant le confinement. À défaut, dans un premier temps, de pouvoir se rendre sur le terrain, l'équipe a réalisé des entretiens à distance et diffusé un questionnaire sur les réseaux sociaux. Ceux-ci ont d'ailleurs joué un rôle crucial dans l'organisation du grand élan de solidarité des makers et leur mobilisation bénévole.



Ils sont nombreux, parmi tous ces scientifiques rassemblés autour de la lutte contre le Covid-19, à déclarer que ces initiatives ont été l'occasion de nouvelles collaborations ou de travailler différemment. « *Pour Inria et l'AP-HP, cela a permis de concrétiser une volonté existante depuis plusieurs mois, voire années, et de signer une convention afin d'avoir un cadre institutionnel pour la collaboration* », indique Alexandre Gramfort. Émilie Chouzenoux et Volny Fages ont noté l'implication de leurs étudiants, respectivement en thèse et en L3 : « *Je suis fasciné par leur engagement. Cela a été un vrai exercice pour eux, et ça a transformé la relation pédagogique en quelque chose de plus égalitaire* », se réjouit le sociologue. D'autres soulignent les impacts de la pandémie sur la temporalité de la recherche, par exemple pour les essais cliniques : « *Entre l'écriture d'un protocole et l'inclusion du premier malade, il se passe au minimum quatre à six mois en temps normal. Ici, nous avons eu les autorisations en dix jours* », souligne Xavier Mariette.



Il sera alors intéressant de scruter l'avenir, non seulement pour voir l'aboutissement de tous ces projets, mais aussi pour connaître les conséquences de cette période si particulière sur la recherche scientifique.

**Publications**

· Consortium I., & Josse, J. ICU Bed Availability Monitoring and analysis in the Grand Est region of France during the COVID-19 epidemic. *MedRxiv*, may 2020.

· Hoertel N. *et al.*, Association between SSRI Antidepressant Use and Reduced Risk of Intubation or Death in Hospitalized Patients with Coronavirus Disease 2019: A Multicenter Retrospective Observational Study. *MedRxiv*, august 2020.

· Lassau N. *et al.*. AI-based multi-modal integration (ScanCov scores) of clinical characteristics, lab tests and chest CTs improves COVID-19 outcome prediction of hospitalized patients. *MedRxiv*, may 2020

· Maisonnasse P. *et al.* Hydroxychloroquine use against SARS-CoV-2 infection in non-human primates. *Nature*, july 2020.

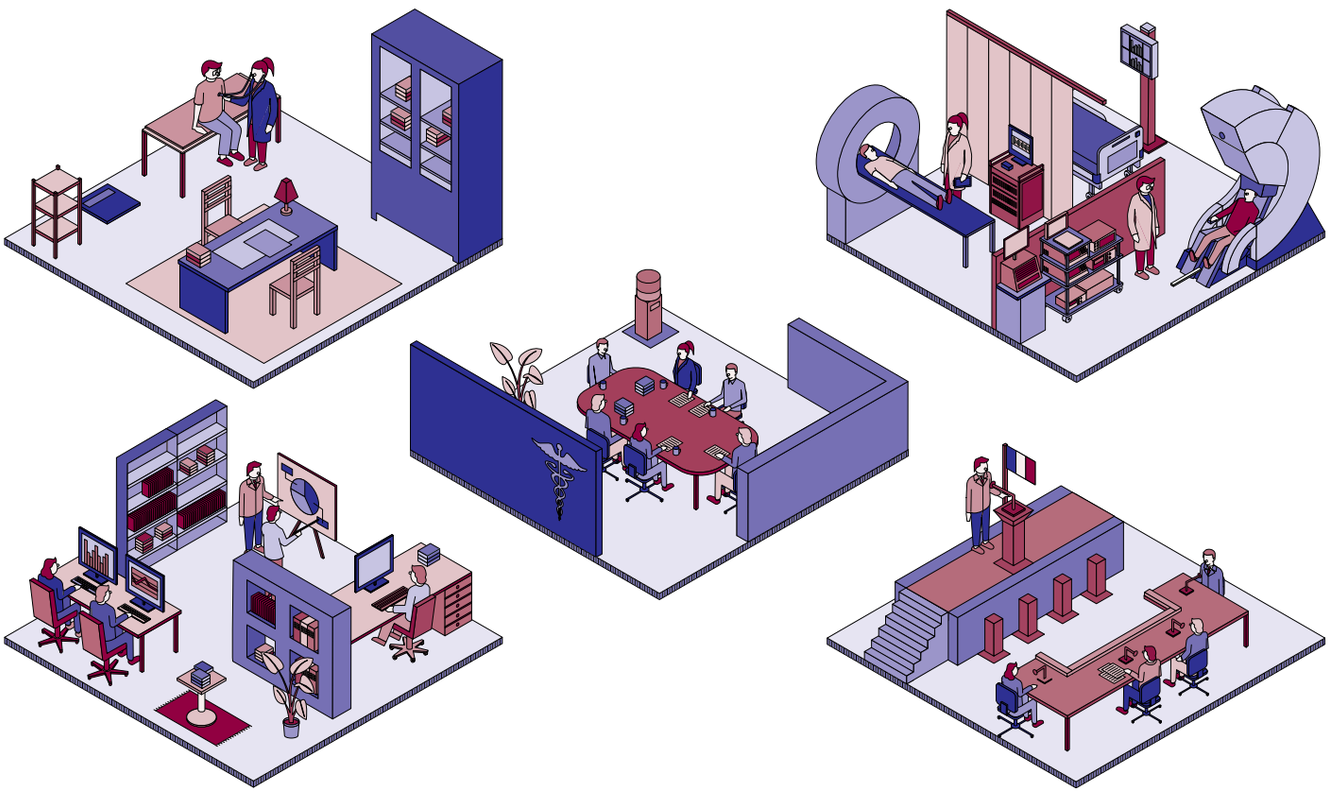
· Sbidian E. *et al.*, Hydroxychloroquine with or without azithromycin and in-hospital mortality or discharge in patients hospitalized for COVID-19 infection: A cohort study of 4,642 in-patients in France. *MedRxiv*, june 2020.

· Sermet I. *et al.*, Prior infection by seasonal coronaviruses does not prevent SARS-CoV-2 infection and associated Multisystem Inflammatory Syndrome in children, *MedRxiv*, june 2020.

Mots-clefs
Management de la santé

Titre

# Regard organisationnel et managérial sur les établissements de soins



**À l'Université Paris-Saclay, les chercheurs en sciences du management, en économie de la santé, en ingénierie et en éthique organisationnelle, interrogent l'organisation du système de santé français, pour une meilleure prise en charge coordonnée des patients.**

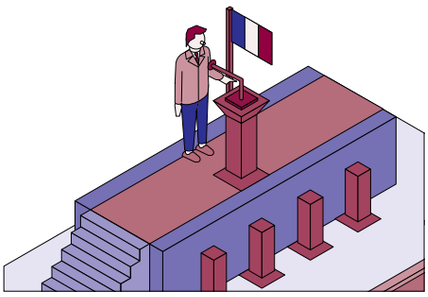
Mis sous tension par la crise sanitaire liée au Covid-19, le système de soins français demeure sous le feu des projecteurs. Avec sa variété d'acteurs et de parties prenantes – hôpitaux, mais aussi médecins généralistes, spécialistes, établissements médico-sociaux, dispositifs d'hospitalisation à domicile –, ce système de santé est une organisation d'une complexité souvent décriée. Si son pilotage et la définition de ses orientations sont évidemment dictés par des questions d'ordre médical, sanitaire et social, celles d'ordre organisationnel, managérial, économique et même éthique, nécessitent aussi une attention toute particulière. Elles font d'ailleurs l'objet de recherches au sein de l'Université Paris-Saclay. « *Organiser un tel système multifacette implique obligatoirement un découpage structurel qui, pour fonctionner de façon cohérente et flexible et s'adapter à des besoins qui évoluent, ne doit pas être figé* », signale d'emblée Annie Bartoli, directrice du Laboratoire de recherche en management Larequoi (UPSaclay, UVSQ).

> **« Organiser un tel système multifacette implique obligatoirement un découpage structurel qui ne doit pas être figé. »**
> **Annie Bartoli**

Car avec l'allongement de l'espérance de vie et l'apparition de maladies chroniques, d'autres types de besoins que ceux habituellement pris en charge par les structures de soins émergent. Un patient atteint de polypathologies peut par exemple avoir besoin de se réinsérer dans la vie scolaire ou universitaire, ou d'être accompagné dans sa vie quotidienne. Et ces besoins sociaux, scolaires ou professionnels sont encore mal coordonnées à ceux relevant de la technicité médicale ou sanitaire. « *L'entrée dans le système de soins se fait de multiples façons, par le médecin traitant ou après une consultation à l'hôpital ou en centre spécialisé,* rappelle Annie Bartoli. *Or chaque établissement est très spécialisé et répond à un besoin donné, et l'articulation entre le médical et le sanitaire d'une part, et le médico-social d'autre part, fait souvent défaut. Cela crée pour le patient un parcours de soins chaotique, d'autant plus si la prise en charge de sa pathologie nécessite un grand nombre d'intervenants.* »

Ces dernières années, plusieurs plans nationaux et réformes de politiques publiques de santé ont été entrepris pour améliorer le système. Si beaucoup de spécialistes en management de la santé et de professionnels de la santé se rejoignent sur les réponses à apporter, ils divergent souvent sur le pilotage du changement. « *Les freins sont d'ordre culturel et liés à l'hyperspécialisation professionnelle, dont on a aussi besoin. Il faut que chaque spécialiste s'ouvre aux autres disciplines, car travailler en transversalité et en pluridisciplinarité est indispensable pour obtenir des réponses plus adaptées* », souligne Annie Bartoli.

**Soutenir et valoriser les initiatives organisationnelles**



Aux racines du changement, il faut donc une impulsion politique, une volonté nationale ou territoriale, et au niveau des unités actives et des entités de soins, faciliter sa mise en œuvre à chaque fois que cette volonté est présente. Cela consiste à améliorer l'existant ou à créer des structures *ad hoc*. « *Les deux modalités coexistent sur le territoire et sont complémentaires,* constate Annie Bartoli. *Par exemple en santé mentale, on a à la fois des entités spécialisées, avec des personnels soignants et médicaux en psychiatrie dans des hôpitaux de province, qui mettent en place des dispositifs de coordination, en fonction des besoins de leurs patients, durant leur hospitalisation mais aussi une fois chez eux. Et de nouvelles structures sur mesure qui se créent, capables de prendre en charge les patients sans hospitalisation et sans hébergement, de les accompagner dans leur milieu de vie par le biais d'ergonomes, d'addictologues et de psychologues selon les cas, et de les aider à se réinsérer.* »

Parfois, ce sont les services eux-mêmes qui initient le changement, après s'être rendu compte que les mêmes patients reviennent à intervalles réguliers. « *Leur pari, qui se montre généralement gagnant, est de se dire qu'en mettant en place un dispositif capable d'anticiper les dysfonctionnements et de les corriger, on peut fonctionner sans moyens supplémentaires,* souligne Annie Bartoli. *Se met alors en place une forme de management participatif, qui devient une clé du changement.* »

Les formes d'innovation organisationnelle ne sont pas en reste, comme la structure PREPSY présente en Île-de-France, qui s'intéresse à la prise en charge de la schizophrénie chez les jeunes de 18 à 25 ans. Ce dispositif hybride réunit, au sein d'une structure centrale, des compétences plurielles et nécessaires à la prise en charge globale du patient – psychiatres, psychologues, ergonomes, diététiciens, chargés d'insertion professionnelle et scolaire – qui d'habitude ne fonctionnent pas ensemble. S'y ajoute une coordination avec les autres parties prenantes du territoire, telles que les organismes scolaires proches du lieu de résidence du patient. Un référent ou coordonnateur – souvent un soignant ou un spécialiste d'une question sociale – suit le patient de façon privilégiée. Il l'accompagne dans son milieu de vie et ses démarches, pour l'aider à retrouver ses capacités et ses repères. Particulièrement développés dans les pays anglo-saxons, ces dispositifs dits de *case management* trouvent aujourd'hui leur place en France, en santé mentale mais aussi en cancérologie ou en gériatrie. « *Ils sont particulièrement adaptés à des pathologies complexes et chroniques, où le patient doit trouver des formes de vie adaptées* », signale Annie Bartoli.

## « L'allocation efficiente des ressources est la question fondamentale en économie de la santé. »

**Nathalie Pelletier-Fleury**

Actuellement, de nouveaux modèles d'organisation émergent également en soins primaires, avec des médecins qui se regroupent en ville au sein de maisons de santé pluridisciplinaires. Ces modèles comprennent des changements de pratiques professionnelles et des nouveaux modes de rémunération, où les médecins ne sont plus payés à l'acte mais salariés.

**De la bonne gestion des ressources**

Résoudre les problèmes organisationnels revient aussi à optimiser l'utilisation des ressources – financières, matérielles et humaines – existantes. Ce nerf de la guerre si fréquemment limité. « *L'allocation efficiente des ressources est la question fondamentale en économie de la santé* », signale Nathalie Pelletier-Fleury, du Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP – UPSaclay, UVSQ, Inserm), qui mobilise des outils de type analyse coût-efficacité, coût-utilité ou coût-bénéfice. Ces outils l'aident à évaluer l'efficacité de nouveaux programmes de santé ou dispositifs de politiques publiques, au regard des ressources consommées. « *On rapporte des coûts à des résultats de santé, à des années de vie ajustées à la qualité de vie (QALY) ou à des bénéfices mesurés en unités monétaires. Par exemple, dans l'analyse coût-utilité, on compare les coûts supplémentaires à apporter pour gagner un QALY avec la mise en place d'un nouveau programme de santé. La question reste de savoir si la collectivité est prête à le faire et à quelle hauteur, sachant qu'investir dans un nouveau programme nécessite obligatoirement de renoncer à d'autres, les ressources étant limitées* », commente Nathalie Pelletier-Fleury.

Dans une récente étude internationale, cette économiste de la santé et ses collègues ont cherché à mesurer les préférences collectives en matière de financement lors de la mise en place de nouveaux programmes de santé. « *Nous avons demandé à un millier d'individus de la population générale, via des questionnaires en ligne, d'arbitrer entre différents choix possibles, mettant des années de vie gagnées en regard d'euros supplémentaires dépensés.* » Avec des modèles économétriques, les chercheurs ont réussi à définir une fonction d'utilité : l'importance que les individus accordent au gain d'efficacité au regard d'euros dépensés par la collectivité. « *Pour l'heure, cela reste de la recherche en méthodologie et nos résultats ne sont pas encore utilisables à des fins d'évaluation. Le temps de la recherche n'est pas celui des décideurs* », regrette la chercheuse.

## « On combine entretiens et observations de terrain à des simulations numériques intégrant différents scénarios et indicateurs. »

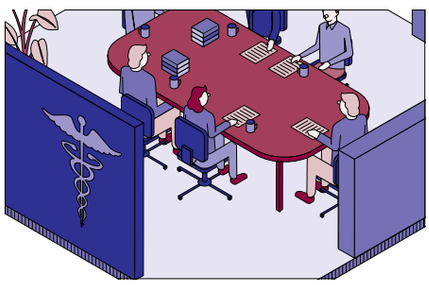
**Marija Jankovic**

Au Laboratoire de génie industriel (LGI – UPSaclay, CentraleSupélec), le groupe « Ingénierie des systèmes de santé » adapte les approches traditionnellement utilisées en génie industriel aux spécificités des systèmes de santé. Son objectif est de développer de nouvelles méthodes et outils pour la gestion et l'organisation de ces systèmes. Il s'intéresse notamment à la façon d'y intégrer les nouvelles technologies, telles que la télémédecine ou l'Internet des objets, pour améliorer le parcours du patient et sa prise en charge, réduire les temps d'attente, ou améliorer la production et la traçabilité de médicaments. « *On combine entretiens et observations de terrain*

*à des simulations numériques intégrant différents scénarios et indicateurs (configuration des ressources, nombre de patients traités, modes de traitement…). On fait ensuite des préconisations pour créer de la valeur pour toutes les parties prenantes du système de santé* », explique Marija Jankovic du LGI.

Dans le cadre du projet Autonome mené en collaboration avec le Dr Laure Gatin de l'hôpital Raymond-Poincaré de Garches, la chercheuse a travaillé sur la prise en charge d'opérations de chirurgie orthopédique pratiquées en ambulatoire sur des personnes âgées. « *L'idée était d'ouvrir une unité mobile se rendant dans les EHPAD pour y réaliser des interventions et soulager le handicap des personnes. On a d'abord tenté de mieux cerner quels types de patients étaient pris en charge et le degré de gravité et de dangerosité des interventions. À la suite d'enquêtes de terrain et de modèles de simulation, on a identifié une dizaine de scénarios, qu'on a mesurés qualitativement ou quantitativement, pour voir ceux susceptibles d'être mis en place au regard des critères médicaux et des ressources disponibles.* » Un de ces scénarios est actuellement en cours d'implémentation.

### L'éthique organisationnelle : clé du bien-être ?



À la base du soin, l'éthique, cette « *forme de saisissement* » comme l'appelle Alexia Jolivet du laboratoire Études sur les sciences et les techniques (UPSaclay), cherche encore sa place dans l'organisation complexe du système de santé français. Avec la loi du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité des systèmes de santé, chaque établissement a – si tel n'était pas déjà le cas – dû mettre en place en interne une réflexion sur ce sujet. Selon l'établissement, son format et l'animation varient, mais avec l'instauration d'une certification, la plupart des hôpitaux ont choisi de mettre en place une structure éthique, dont le rôle est purement consultatif.

« *L'éthique est l'ensemble des interrogations qui se posent à notre conscience, telles que les conséquences de nos actes ou les valeurs en jeu. Elle met souvent face à un dilemme. Par exemple, dans le cas de la contention – le fait d'attacher une personne à son lit d'hôpital – la bienveillance des soignants, qui protègent la personne d'une chute ou d'elle-même, s'oppose à la perte d'autonomie du patient, qui n'est plus libre de ses mouvements. La structure éthique transforme alors ce dilemme en une problématisation collective. À l'aide d'une démarche pluridisciplinaire, où toutes les professions sont représentées, on va essayer de l'interroger, de le comprendre et de l'élucider collectivement* », rapporte Alexia Jolivet.

Espaces totalement inédits dans un système de santé très hiérarchisé, les structures éthiques ne sont pas des lieux de pouvoir ou de domination, mais de discussions et d'échanges. « *Tous les regards sont importants et se valent* », souligne la chercheuse. Ces structures ne rentrent pas dans une optique décisionnelle et n'assènent pas des vérités, mais laissent la place au temps. « *Elles sont là pour déconstruire, pas pour fixer, car l'éthique naît à l'interstice entre ce qui est prévu et la singularité d'une situation.* » L'éthique vient alors combler un écart dans la façon de gérer les situations, et les structures éthiques, en réhabilitant le doute, lui permettent de devenir constitutif des pratiques et d'être pris en compte collectivement. Le questionnement ne repose plus sur les épaules d'une seule personne. Les bénéfices s'en ressentent sur les patients et les personnels impliqués, qui deviennent plus attentionnés, et les pratiques gagnent en pertinence.

> **« Les structures éthiques sont là pour déconstruire, pas pour fixer, car l'éthique naît à l'interstice entre ce qui est prévu et la singularité d'une situation. »**
>
> **Alexia Jolivet**

Si l'éthique arrive à saisir les organisations de santé, l'inverse n'est pas toujours vrai, et le véritable défi des structures éthiques reste leur légitimité. « *La loi a bien aidé, mais globalement, les organisations de santé restent des environnements peu "capacitants" pour faire de l'éthique, par manque de temps et de budget. Les personnes impliquées le font bénévolement et en plus de leur temps de travail, elles risquent de s'essouffler. Il faut davantage de formations, car l'éthique occupe encore une part minime des cursus des personnels de santé* », constate Alexia Jolivet.

L'éthique est pourtant essentielle. Lors du récent confinement généralisé en France, beaucoup de structures éthiques ont rapidement offert leurs services et sont allées sur le terrain pour aider à adapter les consignes générales de santé liées à la pandémie de Covid-19. Elles ont eu une fonction de support et d'alerte, et ont notamment fait remonter, par le biais du conseil national d'éthique, la problématique du deuil des personnes décédées du Covid-19. « *Alors que les consignes étaient de ne pas permettre à l'entourage de voir la personne, qui mourrait seule, elles ont souligné la difficulté morale éprouvée par cet entourage* », confie Alexia Jolivet.

On l'aura compris, les chantiers pour transformer les systèmes de santé sont nombreux et variés. « *Globalement, ça va dans le bon sens, mais il y a encore énormément à faire. L'innovation organisationnelle mérite d'être davantage valorisée et stimulée* », conclut Annie Bartoli.

**Publications**

· Annie Bartoli, Guy Gozlan. Vers de nouvelles formes de prise en charge en santé mentale : Quels freins et conditions de réussite ?, *Politiques et Management public*, 36 (2019).

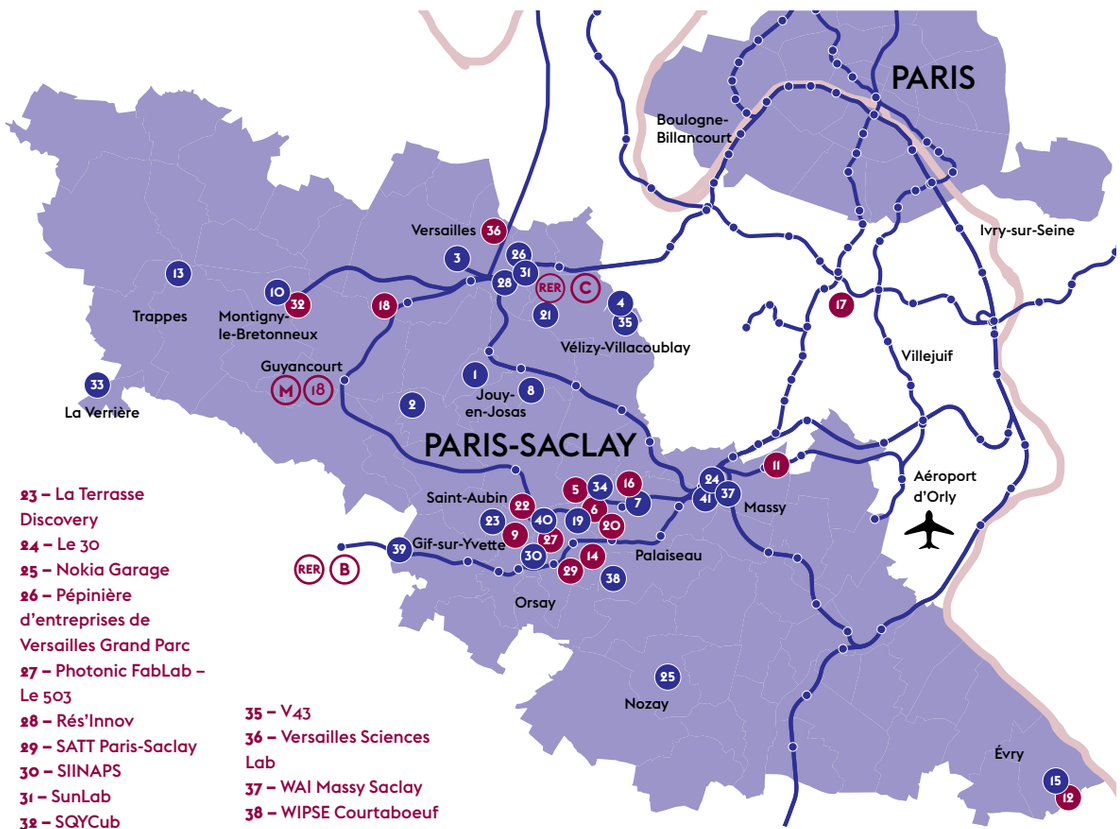
· Alexia Jolivet. Ethics Committees in the Health System: institutionalizing transgression? *Communication et organisation*, 54 (2018).

· Nicolas Krucien *et al.*, Measuring public preferences in France for potential consequences stemming from re-allocation of healthcare resources. *Social Science & Medecine*, 246 (2020).

Titre

# Les lieux d'innovation de Paris-Saclay

**L'écosystème innovation de Paris-Saclay, dans lequel s'intègre l'Université Paris-Saclay, fourmille d'espaces de coworking et de prototypage, de connecteurs, de lieux d'hébergement pour les entreprises et d'initiatives d'accompagnement. Un écosystème qui forme étudiants, doctorants, enseignants-chercheurs et chercheurs à l'entrepreneuriat et favorise le transfert de technologies des laboratoires aux entreprises.**




1 – ACCELAIR by Air Liquide
2 – Aérodrome Innovant Paris Versailles Saclay
3 – CCI de Versailles-Yvelines
4 – Dassault Systèmes /3D EXPERIENCE LAB
5 – Design Spot
6 – DIGI-HALL
7 – Drahi-X Novation Center
8 – eLab HEC
9 – Fablab Digiscope – Université Paris-Saclay
10 – Fablab ESTACA
11 – Food'Inn Lab
12 – Genopole
13 – HeXplora
14 – IncubAlliance
15 – Incubateur IMT Starter
16 – Incubateur – Pépinière – Hôtel d'entreprise (IPHE) *à partir de 2021*
17 – Innov'Lab
18 – Institut Vedecom – mobiLAB
19 – IPVF
20 – IRT System X
21 – IZYLAB
22 – La Fabrique et l'Incubateur de CentraleSupélec
23 – La Terrasse Discovery
24 – Le 30
25 – Nokia Garage
26 – Pépinière d'entreprises de Versailles Grand Parc
27 – Photonic FabLab – Le 503
28 – Rés'Innov
29 – SATT Paris-Saclay
30 – SIINAPS
31 – SunLab
32 – SQYCub
33 – SqyLab
34 – Systematic Paris-Region
35 – V43
36 – Versailles Sciences Lab
37 – WAI Massy Saclay
38 – WIPSE Courtaboeuf
39 – WIPSE Gif-sur-Yvette
40 – WIPSE Orsay
41 – WIPSE Palaiseau

© www.paris-saclay-startup.com

**7 000**
étudiants sensibilisés à l'entrepreneuriat par an

**100**
start-up créées par an

**6**
fablabs en activité

**6**
incubateurs, dont 3 incubateurs d'établissements-composantes

## Un centre de design : le Design Spot

## Des dispositifs d'accompagnement et de valorisation intégrés dans les organismes de recherche partenaires de l'Université

## Un réseau de jeunes entrepreneurs du territoire Paris-Saclay : le PÉPITE PEIPS

## Une société d'accélération de transfert de technologie : SATT Paris-Saclay

## Les dispositifs financiers de soutien au transfert de technologie et à la création d'entreprises de l'Université :

**Sensibilisation :**
— Programme Maturaction de l'Université Paris-Saclay
— Parcours Doctor'Preneuriales de l'Université Paris-Saclay
— Programme Lab2Biz avec HEC Paris
— Programme Genesis Light avec IncubAlliance

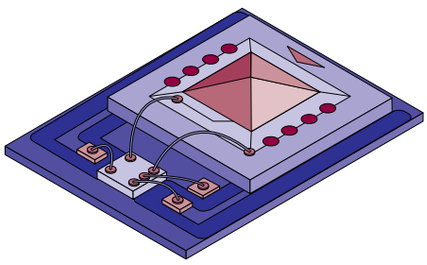
**Preuve de concept (POC) :**
— Appel à projets Prématuration Poc in labs de l'Université Paris-Saclay
— Appel à projets POC'UP de la SATT Paris-Saclay
— Appel à projets POC Jeune Docteur de la SATT Paris-Saclay

**Maturation :**
Appel à projets Maturation de la SATT Paris-Saclay

**Amorçage :**
— Fonds French Tech Seed Paris-Saclay
— Paris-Saclay Seed Fund

**Incubation :**
— Parcours Genesis Lab avec IncubAlliance

## Des résonateurs piézo-électriques aux applications industrielles



Au sein de l'Université Paris-Saclay, de jeunes docteurs se tournent vers la création d'entreprises à l'issue de leur thèse. Du département Physique, instrumentation, environnement, espace (DPHY) de l'Onera Châtillon, Paul Chapellier a choisi cette voie. «*Je travaille sur des MEMS piézo-électriques. Il s'agit de résonateurs en quartz de très petite taille et dont la fréquence de vibration ne varie pas au cours du temps. Pendant ma thèse, j'ai obtenu des résultats intéressants ouvrant la voie à des applications valorisables dans l'industrie*», précise le nouveau diplômé.

Avec leur petite taille, ces résonateurs trouvent leurs applications là où la miniaturisation s'avère nécessaire, comme dans les domaines de l'industrie spatiale, des communications ou de l'automobile. La première étape du projet a été d'adapter les résultats de la thèse à ces applications concrètes. À cet effet, en plus de l'appui technique de l'Onera, Paul Chapellier a bénéficié d'un accompagnement de 12 mois par la SATT Paris-Saclay, qui se donne pour objectif de former les nouveaux entrepreneurs aux attentes du marché. «*Cela m'a aidé à cadrer le projet et à prendre conscience de ses potentielles applications, dont je n'avais qu'une idée floue pendant ma thèse*», indique l'intéressé.

**www.onera.fr/fr/dphy**
**www.satt-paris-saclay.fr**

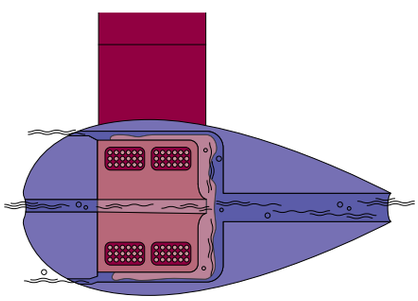
## Des entreprises à haut potentiel technologique

«*Nous avons toujours eu vocation à transférer notre savoir-faire technologique et scientifique vers l'industrie*», précise Corinne Borel, directrice déléguée à l'essaimage au CEA Saclay. Depuis plus de 20 ans, le CEA a mis en place un dispositif complet destiné à valoriser la création d'entreprises, par le biais d'un soutien financier à ses salariés, mais aussi grâce à des formations, la mise à disposition d'experts et l'ouverture de son réseau de partenaires industriels. «*Parmi les quelques 220 entreprises créées et accompagnées, sept sont maintenant cotées en bourse et 70 % d'entre elles sont toujours en activité*», commente Corinne Borel.

La plupart des start-up évoluent dans les domaines de la microélectronique et du numérique, de l'énergie ou encore de la santé. Parmi les entreprises cotées en bourse, Kalray, fondée en 2008, développe de nouveaux microprocesseurs intelligents qui équiperont les serveurs et véhicules du futur. Theranexus, créée en 2013, est une entreprise spécialisée dans le domaine de la thérapie du système nerveux. Elle met au point des molécules qui augmentent l'efficacité de certains psychotropes déjà existants, afin de réduire les doses prescrites. Le CEA Saclay travaille avec l'ensemble des structures d'accompagnement de l'innovation présentes dans l'écosystème vertueux des acteurs de l'Université Paris-Saclay.

**www.cea.fr/pages/le-cea/les-centres-cea/paris-saclay.aspx**

## Échanger en crypto-monnaies et propulser des bateaux

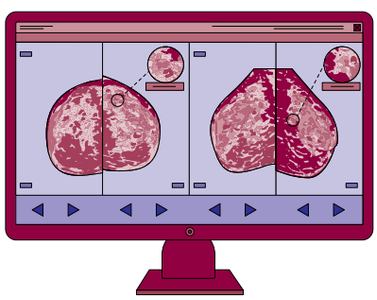


L'incubateur de start-up de CentraleSupélec propose un accompagnement de deux ans pour les personnes souhaitant développer leur entreprise à dimension scientifique ou technologique. «*Les entrepreneurs bénéficient d'ateliers individuels personnalisés, mais aussi collectifs, pour favoriser l'entraide et les rencontres*», précise Marie Duris, en charge de la communication au sein de l'équipe Entrepreneuriat de CentraleSupélec.

Depuis la création de l'incubateur en 2001, une centaine d'entreprises ont été créées, générant 720 nouveaux emplois. Sur l'ensemble des start-up accompagnées, 75 % sont encore en activité cinq ans après leur création. Actuellement, l'incubateur accompagne une dizaine d'entreprises. Parmi elles : be-cube.ai, lauréate de la 16e édition du concours Graines de boss (2020), qui a pour objectif de rendre le trading des cryptomonnaies plus simple et plus rentable. FinX est une start-up originale, qui conçoit des moteurs de bateaux, sans hélice à propulsion ondulatoire, silencieux et plus respectueux de l'environnement. Plus récemment, plusieurs start-up développant des solutions en lien avec les problématiques soulevées par la crise Covid-19 ont été sélectionnées lors d'un appel à projets pour être accélérées par les équipes de CentraleSupélec.

**www.centralesupelec.fr/fr/lincubateur**

## Des start-up pour concevoir les outils numériques de demain



Inauguré il y a un an, le Startup studio Inria est l'aboutissement de 35 ans d'accompagnement au cours desquels plus de 120 entreprises ont été créées. Les entrepreneurs y bénéficient d'un soutien technique et opérationnel, et, à la différence de nombreux autres dispositifs d'accompagnement existants, les porteurs de projets sont salariés d'Inria. «*Nous donnons l'opportunité à ceux qui le souhaitent de tenter l'aventure d'une entreprise deeptech. L'humain est au cœur de nos préoccupations car il est le moteur de ces projets*», commente Sophie Pellat, co-directrice du Startup studio.

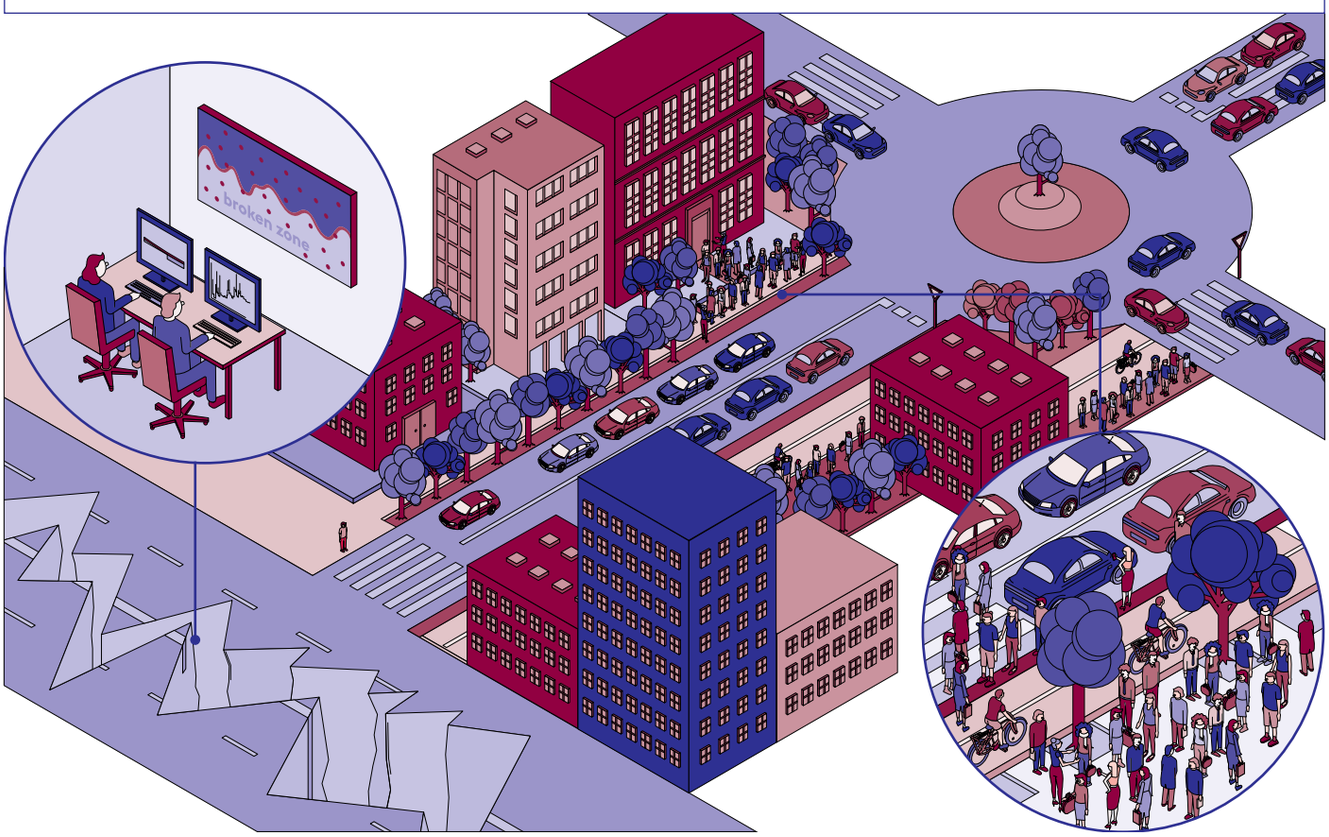
Parmi les entreprises créées, Therapixel, fondée en 2013 par des chercheurs du centre Inria de Paris-Saclay et du centre Inria Sophia Antipolis – Méditerranée, développe un algorithme qui facilite la détection de tumeurs sur des mammographies. Cet outil assiste le radiologue dans son diagnostic.

Cryptosense est une autre start-up née à Saclay en 2013. Elle développe un logiciel détectant les vulnérabilités dans des systèmes cryptographiques. Grâce au Startup studio et à l'appui des huit centres Inria en France, dont celui de Paris-Saclay, de nombreuses entreprises tout aussi novatrices pourront encore voir le jour.

**www.inria.fr/fr/inria-startup-studio**

Titre

# (Pré)voir le monde avec la physique statistique




**Prédire la cassure d'un matériau, un tremblement de terre, les embouteillages dans les villes ou les mouvements d'une foule. La physique statistique à l'Université Paris-Saclay investit des champs de recherche d'un grand éclectisme.**

Depuis le milieu du XIXe siècle et la théorie cinétique des gaz et les premiers modèles décrivant la matière et ses propriétés à l'échelle atomique, cette branche de la physique moderne tente de prédire le comportement ou les évolutions d'un système macroscopique à partir des caractéristiques d'un constituant élémentaire ou de quelques processus microscopiques connus. « *En physique statistique, on part du principe que tous les détails microscopiques ne sont pas importants pour comprendre ce qu'il se passe à grande échelle. Seuls certains vont piloter le comportement macroscopique,* rappelle Marc Barthelemy, de l'Institut de physique théorique (IPhT – UPSaclay, CNRS, CEA). *On élabore un modèle mathématique simple, que l'on confronte à la réalité et améliore si nécessaire. C'est d'ailleurs ainsi qu'on est passé de la description de l'atome à la mécanique quantique.* » Et nombre de physiciens statisticiens appliquent aujourd'hui ces mêmes méthodes à l'étude de systèmes complexes dans d'autres disciplines, plus inhabituelles, comme la sociologie, la biologie, les neurosciences, les réseaux ou encore les systèmes urbains.

### Mettre la cassure en équation

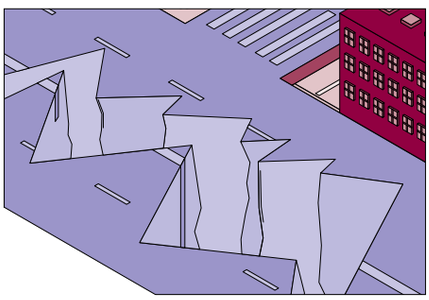
Quand un matériau cassera-t-il ? Comment et pourquoi ? Pour un physicien, répondre à ces questions de façon déterministe est impossible, « *car le problème de rupture est intrinsèquement statistique* », commente Daniel Bonamy, du Service de physique de l'état condensé (SPEC – UPSaclay, CEA, CNRS). « *Un matériau n'est jamais parfait. Des défauts de très petite taille – ou impuretés – créés lors de sa fabrication sont autant de points de départ possibles de fractures qui apparaissent en réponse aux sollicitations subies par le matériau, et dont la taille et la dynamique de propagation sont très variables,* complète son collègue du Laboratoire de physique théorique et modèles statistiques (LPTMS – UPSaclay, CNRS), Alberto Rosso. *Ces défauts sont à l'origine d'une cascade d'évènements appelée avalanche. Les points du front de la fracture se coordonnent comme une équipe et avancent par blocs de taille plus grande que celle des défauts microscopiques.* » La rupture devient une manifestation, à l'échelle macroscopique, de la répartition des défauts présents à l'échelle microscopique. Elle est d'ailleurs dominée par les événements extrêmes : c'est le pire défaut microscopique du matériau – son point le plus faible – qui va gouverner le comportement macroscopique en rupture.

> **« Le problème de rupture est intrinsèquement statistique. »**
> **Daniel Bonamy**

Tout l'enjeu est alors de réussir à décrire simplement et correctement la propagation de ces fissures. « *Il s'agit de comprendre, pour les systèmes complexes étudiés – ici des failles ou des interfaces –, quels sont les ingrédients essentiels pour produire les phénomènes et la statistique observés* », renseigne Alberto Rosso. « *Dans nos modèles, on va explicitement prendre en compte l'existence d'un certain désordre dans la microstructure du matériau, puis regarder la forme des statistiques obtenues à l'échelle macroscopique* », renchérit Daniel Bonamy. Ces modèles

intègrent des paramètres comme le type de matériau, sa ténacité, son homogénéité, la nature et la taille des défauts de fabrication, le design et la géométrie de l'objet considéré… Fondamentale pour les constructions et le domaine du bâtiment, la recherche sur les fractures l'est aussi pour les tremblements de terre. « *On connaît finalement assez peu ce qui se passe sous nos pieds, dans les failles. Or c'est la présence d'hétérogénéité à l'intérieur d'une faille qui est à l'origine de la grande diversité des tremblements de terre* », constate Alberto Rosso, qui étudie ces gigantesques avalanches.

### La statistique des tremblements de terre

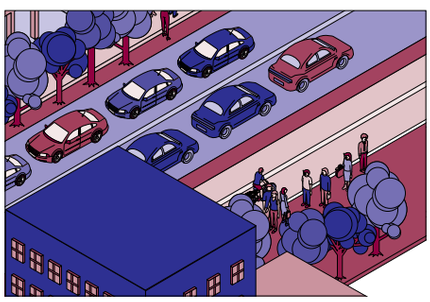


Les tremblements de terre sont des événements sismologiques qui se caractérisent par la présence d'*aftershocks* (répliques), « *pourtant, certains modèles statistiques ne les prévoient pas* », relève Alberto Rosso. En collaboration avec des collègues géophysiciens, il a réussi à créer sur ordinateur un modèle qui prédit ces fameuses répliques : « *on a dû pour cela introduire des zones viscoélastiques et ductiles.* » Avec François Landes, du Laboratoire de recherche en informatique (LRI – UPSaclay, CNRS), ils ont mobilisé des méthodes de *machine learning* et confirmé que les avalanches et les aftershocks produits par ordinateur ressemblent à ceux générés en vrai par les tremblements de terre, notamment en termes de force et de gravité.

> **« C'est la présence d'hétérogénéité à l'intérieur d'une faille qui est à l'origine de la grande diversité des tremblements de terre. »**
>
> **Alberto Rosso**

Rares signes annonciateurs d'un tremblement de terre, les *foreshocks* (précurseurs) restent encore assez mal détectés par les capteurs sismiques. En caractérisant mieux leurs statistiques en temps et en taille, les chercheurs espèrent mieux les percevoir pour, à terme, réussir à mieux prévoir les tremblements de terre. Au laboratoire, Daniel Bonamy et ses collègues ont mis au point une expérience-modèle reproduisant la dynamique des tremblements de terre et leur servant à qualifier leurs modèles statistiques de rupture. « *On a créé et travaillé sur des roches artificielles, contrôlées dans leur porosité et leur ordonnancement, et obtenues en comprimant et en chauffant des billes de polymères. En y poussant à vitesse constante un coin d'acier, on a fait s'y propager une fissure, qu'on a suivie à différentes échelles.* » À l'aide de capteurs acoustiques placés sur l'échantillon, les chercheurs ont aussi détecté les pulses acoustiques – analogues des secousses sismiques – générés par les microfissures et, par triangulation, en ont localisé la source dans l'échantillon. Ils ont montré que, dans cette expérience, la dynamique – intermittente – des microfissures présente une statistique similaire à celle des tremblements de terre, et que l'énergie mécanique dissipée à chaque instant par le système est proportionnelle à la quantité de surface créée par les microfissures.

### Donner de la science aux villes



S'il est bien un domaine qui profite de l'explosion actuelle des données numériques pour son analyse statistique, c'est la science des villes. De toutes parts, les données fleurissent et alimentent les recherches. « *Par exemple, grâce aux données GPS, de la téléphonie mobile ou des cartes d'abonnement aux transports en commun, on obtient une photographie complète de la mobilité des individus dans une aire urbaine. Et grâce aux données socio-économiques, comme le revenu moyen, on peut analyser le phénomène de gentrification,* explique Marc Barthelemy de l'IPhT. *Cet afflux de données, qui n'existait pas il y a quinze ans, est impressionnant. On obtient des renseignements sans précédents, qui favorisent une étude quantitative des villes, sans pour autant mettre l'humain en équation* », continue ce spécialiste des villes, qui recueille souvent ses données de travail à l'étranger. « *En France, les institutions publiques ne sont pas toutes prêtes à jouer le jeu et à les partager avec les chercheurs. C'est dommage, ça freine la recherche. Or ce sont souvent les données qui motivent le travail* », regrette le chercheur.

> **« On obtient des renseignements sans précédents, qui favorisent une étude quantitative des villes, sans pour autant mettre l'humain en équation. »**
>
> **Marc Barthelemy**

Car les données, une fois rapportées au nombre d'habitants, fournissent de très bons indicateurs du développement économique, culturel ou technologique d'une ville. Ces quantités sont alors soit linéaires, comme la consommation d'eau – proportionnelle au nombre d'habitants mais indépendante de la taille de la ville –, soit non linéaires – elles ne sont pas proportionnelles au nombre d'habitants, mais leur valeur par habitant augmente ou diminue avec la taille de la ville. « *Celles affichant un exposant supérieur à 1, comme le nombre de brevets, les émissions de $CO_2$ ou les effets de congestion automobile, sont dues aux nombreuses interactions ou fertilisations d'idées, qui créent un effet d'emballement. Celles affichant un exposant inférieur à 1, comme la longueur totale des câbles électriques ou des systèmes de distribution, s'expliquent par les économies d'échelle réalisées et les effets de mutualisation.* »

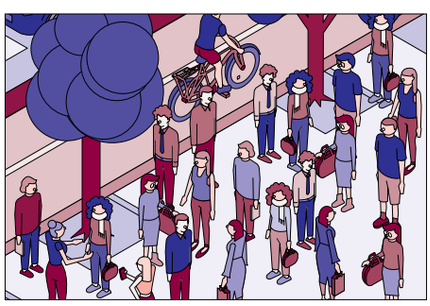
### Décongestionner le trafic urbain

Ces comportements empiriques non linéaires constituent de précieux guides pour identifier, selon l'aspect étudié, les mécanismes importants et construire un modèle statistique simplifié mais réaliste. « *Par exemple, si on veut atténuer la congestion urbaine et réussir à calculer la proportion de personnes qui prendront leur voiture pour aller travailler et la quantité de $CO_2$ ainsi émise, on s'interroge sur les processus qui dominent et sur lesquels jouer, comme le fait de disposer ou non d'un autre moyen de transport à proximité ou le temps perdu dans les embouteillages* », explique Marc Barthelemy. Récemment, il a mis au point un modèle statistique qui prédit, avec une bonne approximation, la part des automobilistes, la quantité de $CO_2$ émise par les voitures et la durée moyenne des déplacements. « *Nous avons vérifié nos prédictions avec les données réelles de 25 villes dans*

*le monde. Celles-ci s'organisent de façon assez convaincante autour de la droite que fournit le modèle, à quelques inévitables fluctuations près, dues aux particularités historiques, topologiques, topographiques ou socio-économiques des villes.* »

Avec son modèle, le chercheur a aussi montré que la proportion d'automobilistes ne dépend que de la probabilité d'être à moins d'un kilomètre d'une station de transports publics. Son approche statistique vient confirmer que la solution pour réduire les émissions de $CO_2$ liées au trafic n'est pas d'augmenter la densité des aires urbaines, mais plutôt celle des transports en commun et leur accessibilité.

### Densité de foule et déplacement de grains



Si la congestion automobile est un problème, celle due aux humains en est un autre, et définir, par exemple, la meilleure localisation des panneaux d'arrivée et de départ dans le hall d'une gare ou éviter des accidents lors d'effets de panique dans des salles de spectacle, nécessitent des modèles prédictifs performants. Au Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – UPSaclay, CNRS), Cécile Appert-Rolland étudie, entre autres, les déplacements de piétons.

« *Si la recherche s'est beaucoup focalisée sur des densités faibles et intermédiaires de personnes, de notre côté, nous avons récemment investigué des densités plus élevées, pour lesquelles il est fréquemment supposé que les foules se comportent comme des systèmes d'écoulement de grains. Une hypothèse que nous avons souhaité tester* », commente la chercheuse. Son équipe s'est pour cela inspirée d'un test standard utilisé traditionnellement avec les milieux granulaires. « *Le protocole expérimental consistait à installer une personne dans un cylindre et à lui demander de traverser une foule immobile d'une densité de 2, 4 ou 6 personnes/m², soit quasiment le métro parisien aux heures de pointe. Dans ce cas, les gens se touchent et il est très difficile de faire passer le cylindre* », relate Cécile Appert-Rolland.

Si dans un milieu granulaire normal, un grain poussé par un cylindre se déplace dans la même direction que la poussée, le piéton, lui, est un « grain » particulier : il est doté de faculté d'anticipation. « *Il devance le passage du cylindre : il fait un pas de côté pour le laisser passer. L'anticipation est tellement innée, que c'est seulement quand on demande aux personnes de se mettre de dos et de ne pas anticiper l'arrivée du cylindre, qu'on obtient des résultats proches de ceux observés avec les grains.* » Et grâce à sa faculté d'autopropulsion, le piéton peut aussi mettre en place sa propre stratégie d'évitement et se déplacer dans une direction différente de celle où on le pousse. Mais que la densité soit intermédiaire ou forte, au final, la même stratégie a été déployée : « *Les piétons acceptent d'être temporairement dans une zone d'inconfort et très serrés, parce qu'ils savent qu'à long terme ils en seront libérés, une fois le cylindre passé.* »

### Modéliser l'anticipation

En collaboration avec l'équipe de Denis Ullmo, du LPTMS, Cécile Appert-Rolland a construit un modèle statistique capable de reproduire l'anticipation des piétons. Basé sur la théorie des jeux, le modèle part du principe que chaque personne applique une stratégie visant à minimiser son déplacement et la densité de personnes rencontrées. « *C'est un compromis entre le fait de ne pas trop se déplacer et de ne pas aller vers des zones de trop forte densité. Cela implique obligatoirement une part de cognitif.* »

> **« Les piétons sont des êtres humains, pas des machines, et on estime qu'entre 70 à 80 % d'entre eux répondront au modèle. »**
>
> **Cécile Appert-Rolland**

Grâce à une autre expérience, la chercheuse a mis au point des modèles de poursuite capables de décrire comment un piéton va dévier de sa trajectoire préférée pour éviter une collision. « *On a fait marcher des personnes sur une ligne, avec interdiction de se doubler, pour voir comment elles adaptent leur vitesse à leur prédécesseur.* » Les résultats montrent que si les personnes réussissent presqu'instantanément à évaluer la distance les séparant de leur prédécesseur, elles prennent davantage de temps pour estimer leur vitesse, et en changent avec un temps de retard. « *On a injecté ce paramètre dans notre modèle.* »

Mais aussi performant soient-ils, ces modèles ne réussiront jamais à décrire le comportement de tout le monde. « *Les piétons sont des êtres humains, pas des machines, et on estime qu'entre 70 à 80 % d'entre eux répondront au modèle et que les autres feront autre chose. Malgré tout, notre but est d'essayer de capturer correctement le comportement majoritaire et d'en déduire des effets macroscopiques, comme la formation de zones de ralentissement ou de voies de circulation* », conclut Cécile Appert-Rolland. Toute l'ambition de la physique statistique est bien là.

**Publications**

· Barés J. *et al.*, Seismiclike organization of avalanches in a driven long-range elastic string as a paradigm of brittle cracks. *Phys. Rev. E*, 100, (2019).

· Barthelemy M., The statistical physics of cities. *Nat Rev Phys*, 1, 406–415 (2019).

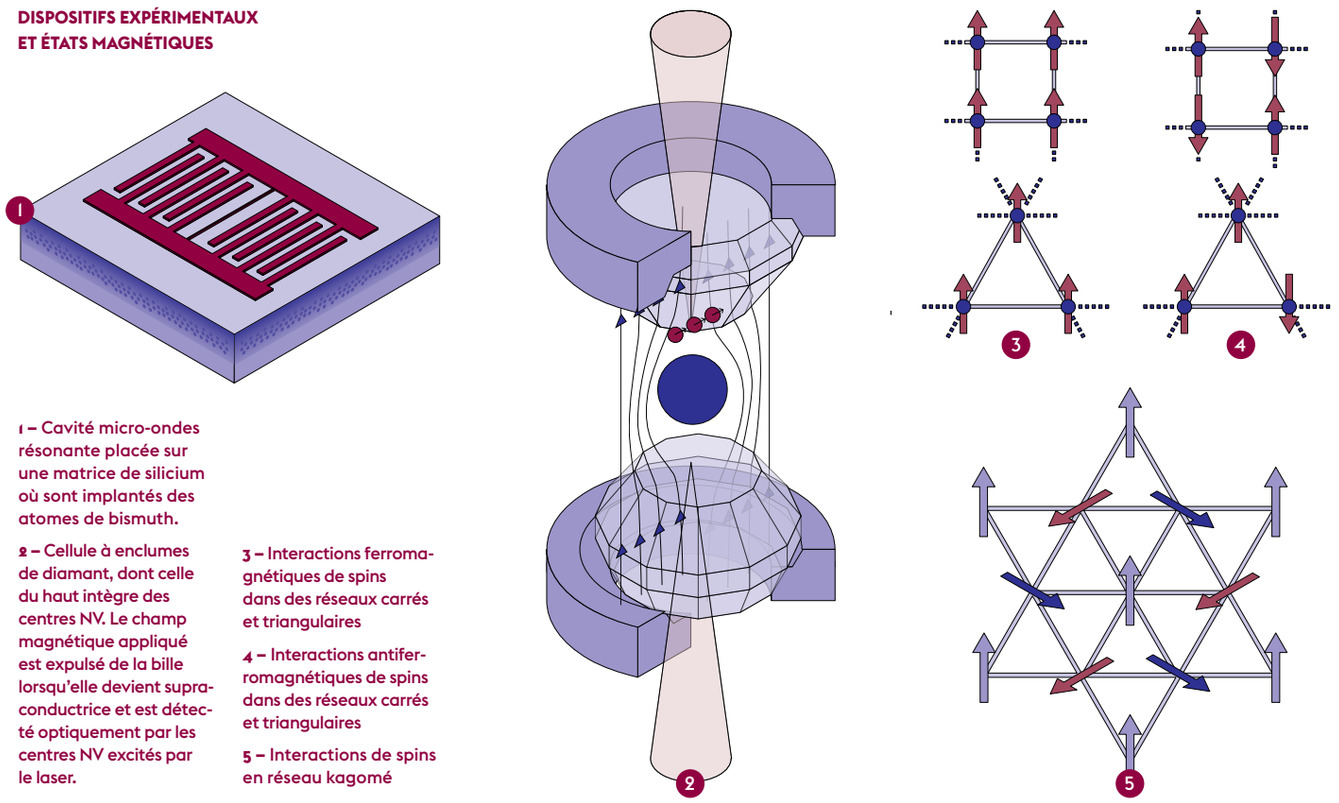
· Nicolas A. *et al.*, Mechanical response of dense pedestrian crowds to the crossing of intruders. *Scientific Reports*, 9, 105 (2019).

· Petrillo G. *et al.*,, The influence of the brittle-ductile transition zone on aftershock and foreshock occurrence. *Nature Communications*, 11, 3010, (2020).

Titre

# La matière condensée dans tous ses états

**DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX ET ÉTATS MAGNÉTIQUES**




**1 –** Cavité micro-ondes résonante placée sur une matrice de silicium où sont implantés des atomes de bismuth.

**2 –** Cellule à enclumes de diamant, dont celle du haut intègre des centres NV. Le champ magnétique appliqué est expulsé de la bille lorsqu'elle devient supraconductrice et est détecté optiquement par les centres NV excités par le laser.

**3 –** Interactions ferromagnétiques de spins dans des réseaux carrés et triangulaires

**4 –** Interactions antiferromagnétiques de spins dans des réseaux carrés et triangulaires

**5 –** Interactions de spins en réseau kagomé

**Les physiciens de la matière condensée de l'Université Paris-Saclay partent à la conquête des nouvelles propriétés électroniques et magnétiques de la matière.**

« *Ô intarissable pêle-mêle, les déplacements de plans, le soleil sanglant, la profonde mer semée de voiles inclinées. Matière sur matière, au point qu'on pourrait s'y dissoudre…* », s'exclamait de son temps le peintre Paul Klee. Si l'artiste y évoquait sa quête picturale, ses propos composent également une belle et lyrique métaphore de la recherche actuelle en physique de la matière condensée, ce champ de recherche qui explore la matière dans un état où ses atomes sont spatialement corrélés.

Car certains matériaux, naturels ou artificiels, et comportements découverts ces dernières années présentent des propriétés microscopiques et macroscopiques si originales et inattendues, qu'ils enflamment encore les physiciens. Ces propriétés, comme la supraconductivité, le ferromagnétisme ou l'antiferromagnétisme, sont venues bousculer bien des représentations établies, et des chercheurs de l'Université Paris-Saclay s'attachent à mieux les comprendre. « *Ô parfait maillage kagomé de spins, géométrie frustrée, refroidissement par photons micro-ondes, magnétomètres à enclumes de diamant. Champ magnétique et pression sur matière, jusqu'à s'y fondre…* », pourrait ainsi déclamer à son tour cette communauté de spécialistes.

### Un comportement magnétique sous pression

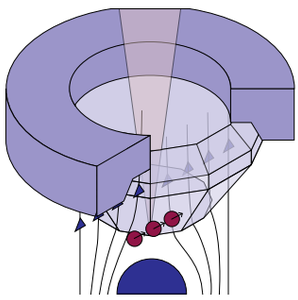
À une échelle plus petite que l'atome, la matière se compose de noyaux atomiques (formés de protons et de neutrons) et d'électrons évoluant dans un concert d'interactions. Diverses caractéristiques leur sont associées, comme la masse ou la charge électrique. Mais c'est leur spin, une sorte de mini-aimant interne, et ses interactions avec ses homologues voisins, qui sont responsables de quelques-unes des propriétés les plus remarquables de la matière. Lorsqu'ils sont placés dans un champ magnétique externe, certains matériaux métalliques – comme le fer, le nickel ou le cobalt –, voient leurs spins électroniques s'aligner parallèlement. Ces matériaux acquièrent alors une forte aimantation : c'est le ferromagnétisme.

Avec son collègue Thierry Debuisschert de Thales R&T, Jean-François Roch, du laboratoire Lumière, matière et interfaces (LUMIN – UPSaclay, ENS Paris-Saclay, CNRS), s'est intéressé au comportement magnétique adopté par le fer aux hautes pressions. « *Entre 15 et 20 GPa, le métal perd son magnétisme. Sa phase cristalline change et l'ordre magnétique dû à l'organisation des spins disparaît* », commente le chercheur. En collaboration avec Paul Loubeyre, professeur affilié à l'ENS Paris-Saclay et chercheur au CEA-DAM, son équipe a développé une nouvelle méthode de détection du phénomène, plus sensible que les techniques habituelles : elle permet de visualiser les propriétés magnétiques par des mesures optiques et spectroscopiques, et cristallographiques par des mesures de diffraction aux rayons X.

La méthode se base sur l'utilisation d'une presse composée de deux enclumes taillées en pointe dans des cristaux de diamant, et l'implantation, sur la pointe de l'une des deux, de défauts ponctuels parfaitement contrôlés : des centres azote-lacune (NV). Insérés dans le diamant à l'aide d'un microscope à faisceau d'ions focalisés, ces centres NV agissent comme des magnétomètres de dimension atomique et sont capables de mesurer par résonance magnétique les spins de l'échantillon.

« *Dans l'expérience, un champ magnétique aimante une bille de fer placée entre les deux enclumes. En augmentant la pression, on suit la transition magnétique du fer : plus la pression grimpe, plus le champ magnétique détecté par les centres NV diminue, jusqu'à disparaître,* signale Jean-François Roch. *Puis quand on abaisse la pression, le retour de l'aimantation affiche une hystérésis. Ce retard est dû au basculement progressif des domaines magnétiques dans la bille de fer.* »

### Vers des matériaux métalliques supraconducteurs



Mais un des grands enjeux de la recherche sur les matériaux aux hautes pressions, c'est l'apparition de supraconductivité. Cet état se caractérise par la perte de résistivité électrique des matériaux, qui se mettent à expulser un champ magnétique appliqué. C'est l'effet Meissner. Grâce à leur technique, Jean-François Roch et ses collaborateurs ont détecté cette déformation caractéristique des lignes de champ au voisinage d'un matériau supraconducteur. « *On a utilisé du bromure de magnésium ($MgB_2$), un supraconducteur connu, et suivi en direct sa transition supraconductrice : à une pression de 7 GPa, la supraconductivité disparaît si la température dépasse 30 K.* »

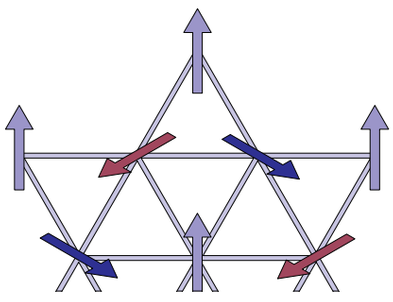
**« En augmentant la pression, on suit la transition magnétique du fer : plus la pression grimpe, plus le champ magnétique détecté par les centres NV diminue, jusqu'à disparaître. »**

**Jean-François Roch**

Avec ses propriétés quantiques supposées, l'hydrogène métallique constitue un peu le Saint Graal de telles recherches : cet élément, le plus simple de l'Univers, est censé devenir immédiatement supraconducteur lors de sa transition métallique. Mais pour l'observer, les pressions nécessaires sont si colossales que les enclumes de diamant cassent invariablement à 400 GPa, juste avant que l'hydrogène ne devienne métallique. Dernièrement, Paul Loubeyre et son équipe du CEA-DAM ont atteint des pressions de 600 GPa avec des enclumes de diamant dont la tête a été usinée en tore. À l'aide de la ligne infrarouge SMIS du synchrotron SOLEIL, ils ont vu se former de l'hydrogène métallique à une pression de 425 GPa. Une première. Désormais, Jean-François Roch et Paul Loubeyre tournent leur regard vers les hydrures métalliques, dont les propriétés ressemblent à celles de l'hydrogène métallique tout en étant métastables : ces matériaux riches en hydrogène présentent, à des températures proches de la température ambiante, des comportements supraconducteurs sous des pressions moins élevées. « *Pour explorer et étudier de nouvelles compositions, il faudra sûrement utiliser des enclumes de diamant de forme toroïdale et y introduire les centres NV plus profondément* », concède Jean-François Roch.

### Quand le spin entre dans sa danse « liquide »

Alors que les matériaux ferromagnétiques présentent un alignement parallèle de leurs spins, les antiferromagnétiques, eux, n'affichent rien de tel lorsqu'un champ magnétique externe leur est appliqué. C'est seulement sous une certaine température critique que leurs spins s'ordonnent : ils s'alignent alors antiparallèlement – ils alternent leur direction – et l'aimantation globale du matériau reste nulle.



Des matériaux atypiques, empruntant certaines caractéristiques antiferromagnétiques, sont à la base des recherches de Philippe Mendels et de Fabrice Bert du Laboratoire de physique des solides (LPS – UPSaclay, CNRS) : ce sont les liquides de spins quantiques. S'ils ne sont pas à proprement parler des liquides, c'est leur état magnétique particulier qui vaut à ces matériaux leur appellation : même à des températures très basses, proches du zéro absolu (0 K, -273,15 °C), où le système devrait s'ordonner ou se geler, ils conservent désordre et dynamisme. Car à l'intérieur règne un phénomène étrange, la frustration géométrique : à cause de l'arrangement cristallin des atomes en réseau kagomé – un réseau triangulaire en étoiles de David –, les spins électroniques ne parviennent pas à l'alignement antiparallèle recherché et certaines de leurs interactions demeurent frustrées.

Longtemps décrits de façon purement théoriques, les liquides de spins bénéficient désormais d'un parangon de choix : l'herbertsmithite ($ZnCu_3(OH)_6Cl_2$), un minéral découvert en 1972 et dont les propriétés originales ont été confirmées en 2012, au LPS notamment. « *On a synthétisé ce minéral et démontré sa nature liquide de spins quantiques : on a mis en évidence l'absence d'ordre magnétique et d'aimantation à des températures très basses, jusqu'à 20 mK, alors que les spins devraient classiquement s'ordonner à 200 K* », rappelle Philippe Mendels. Dans ce composé, ce sont les atomes de cuivre (Cu) qui adoptent une organisation en réseau kagomé.

### Plonger au cœur des atomes

Pour pénétrer à l'intérieur des atomes et en explorer ses phénomènes magnétiques, les chercheurs utilisent la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN). Cette technique repose sur la capacité de certains noyaux atomiques à interagir avec un champ magnétique : il s'agit de ceux dotés d'un spin nucléaire - leur nombre de protons ou de neutrons, ou les deux, est impair –, comme l'isotope 17 de l'oxygène ($^{17}O$). Les spins nucléaires sont dans un premier temps alignés à l'aide d'un champ magnétique externe, puis excités avec une impulsion de radiofréquence. Leur retour à l'équilibre s'accompagne de l'émission d'ondes électromagnétiques qui constituent le signal détecté.

Récemment, les chercheurs ont utilisé cette technique pour déterminer, dans le cas de l'herbertsmithite, l'énergie à fournir au système pour modifier son état fondamental et l'amener à un état excité. « *Nous avons montré qu'il n'y a pas de saut en énergie. Une infime température juste au-dessus du zéro absolu suffit à exciter le système. Celui-ci acquiert alors un peu de magnétisme, qui augmente avec la température* », explique Philippe Mendels.

### L'apport de l'expérience

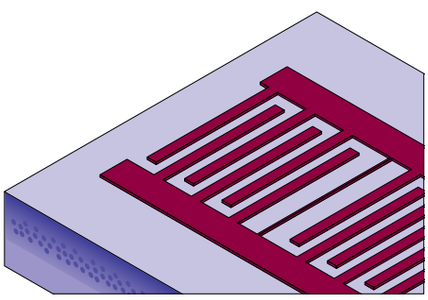
L'enjeu des recherches est aussi de réussir à faire évoluer ce matériau, pour encore mieux le comprendre, exploiter ses surprenantes propriétés et générer de nouveaux concepts physiques. « *Quels sont les effets d'éventuels changements du réseau kagomé sur les propriétés du matériau ?* interroge Philippe Mendels. *En remplaçant certains atomes, on va par exemple*

*regarder si la structure kagomé se maintient et distinguer les propriétés dues aux atomes de cuivre de celles venant des autres atomes.* » Fabrice Bert complète : « *L'herbertsmithite est un très bon isolant. Si on arrive à lui ajouter quelques charges libres de se déplacer, on obtiendra peut-être des propriétés de transport très originales.* »

> **« La découverte de l'herbertsmithite a été fondamentale, car elle a permis de confronter aux expériences les prédictions théoriques énoncées dans les années quatre-vingts sur les liquides de spins. »**
>
> **Philippe Mendels**

Une chose est sûre : « *La découverte de l'herbertsmithite a été fondamentale, car elle a permis de confronter aux expériences les prédictions théoriques énoncées dans les années quatre-vingts sur les liquides de spins* », constate Philippe Mendels. Et désormais, c'est un domaine qui évolue très vite. D'autres matériaux sont venus enrichir cette étrange famille, comme le Sr-vesignieite ou le DQVOF, un oxyfluorure de vanadium qui n'existe pas dans la nature. « *C'est souvent la découverte de nouveaux matériaux qui déclenche nos expériences* », convient Philippe Mendels.

### Quand les spins prennent froid



Au Service de physique de l'état condensé (SPEC – UPSaclay, CEA, CNRS), au sein du groupe Quantronique, ce sont aussi des comportements particuliers de spins dans un cristal qui passionnent Patrice Bertet et ses collègues. Et leurs récents travaux promettent de doper la détection de signaux par RMN ou par résonance paramagnétique électronique (RPE), l'équivalent de la RMN pour les spins électroniques. « *Quand on réalise une expérience de résonance magnétique, c'est la polarisation (ou alignement) des spins, initiée par l'application d'un champ magnétique externe, qui détermine la force du signal transmis lors de leur relaxation après excitation. Ce signal coïncide à la température du cristal dans lequel se trouvent les spins : c'est la polarisation à l'équilibre thermique,* explique Patrice Bertet. *Pour gagner en signal, on cherche à augmenter soit l'intensité du champ magnétique appliqué, soit la polarisation des spins au-delà de la température limite autorisée par l'échantillon, ou hyperpolarisation.* » En suivant ce dernier principe, les chercheurs du SPEC ont mis au point une méthode originale de refroidissement radiatif et réussi à hyperpolariser des spins électroniques à une température inférieure à celle de l'échantillon.

> **« À basse température, un spin électronique émet spontanément un photon toutes les $10^{12}$ secondes environ, soit tous les 32 000 ans ! »**
>
> **Patrice Bertet**

Pour cela, il a fallu inverser la balance entre les mécanismes utilisés par les spins pour revenir à leur équilibre thermique. « *En physique de la matière condensée, lorsqu'un système est excité – comme les spins nucléaires ou électroniques lors d'une expérience de RMN ou de RPE –, ce retour à l'équilibre se fait par l'échange d'un quantum d'énergie avec l'environnement : l'émission soit d'un photon (rayonnement), soit d'un phonon (vibration)* », commente Patrice Bertet. Si l'émission spontanée d'un photon est possible, son occurrence reste très rare : « *À basse température, un spin électronique émet spontanément un photon toutes les $10^{12}$ secondes environ, soit tous les 32 000 ans !* ». Le couplage aux phonons de l'échantillon reste alors le mécanisme de relaxation majoritairement employé par les spins, qui se thermalisent à la température du réseau cristallin. « *C'est la température à laquelle vibrent les atomes.* » Pour espérer descendre plus bas, la relaxation par émission spontanée de photons doit monter en puissance.

### De l'intérêt du confinement micro-ondes

Les chercheurs l'ont obtenu en utilisant une cavité micro-ondes résonante. Ils ont d'abord inséré des atomes de bismuth dans une matrice cristalline de silicium, puis couplé les spins électroniques fournis par le système à un champ électromagnétique micro-ondes concentré au sein du résonateur. À l'aide d'un câble coaxial, ils ont connecté l'entrée du résonateur, initialement à une température de 850 mK, à une résistance refroidie à 20 mK. « *Grâce au résonateur micro-ondes, nous avons augmenté l'interaction entre les spins et le champ électromagnétique jusqu'à ce que l'émission de photons micro-ondes devienne le mécanisme dominant de relaxation vers l'équilibre des spins. C'est l'effet Purcell : les spins se découplent thermiquement du cristal, leur température est entièrement dictée par celle du champ micro-ondes et non plus par celle des phonons.* » En mesurant le signal RPE obtenu – 2,3 fois plus grand –, les chercheurs en ont déduit que le rayonnement micro-ondes a refroidi les spins à une température de 350 mK.

Si la méthode ne s'applique pas directement aux spins nucléaires, sa combinaison à la technique de polarisation nucléaire dynamique (DNP), qui utilise des spins électroniques pour hyperpolariser des spins nucléaires, est possible. Et pour aller au-delà de la limite physique imposée par la température de la source froide, les chercheurs envisagent d'employer un oscillateur mécanique ou électrique. « *Il sera alors possible de refroidir les spins de façon active, à une température bien plus basse que celle du cryostat* », avance Patrice Bertet. La quête de nouvelles propriétés n'est pas prête de s'arrêter.

**Publications**

· Albanese B. *et al.*, Radiative cooling of a spin ensemble. *Nature Physics*. 16, 751-755 (2020).

· Khuntia, P. *et al.*, Gapless ground state in the archetypal quantum kagome antiferromagnet $ZnCu_3(OH)_6Cl_2$. *Nature Physics*. 16, 469-474 (2020).

· Lesik M. *et al.*, Magnetic measurements on micrometer-sized samples under high pressure using designed NV centers. *Science*. 366, 6471, (2019).

Journal

TECHNOLOGY NETWORKS
*Exploring the Science That Matters to You*

Titre

## EVIDENCE OF SARS-COV-2 TRANSMISSION ACROSS THE PLACENTA

A study published in Nature Communications presented evidence of transplacental transmission of SARS-CoV-2 from an infected mother to her unborn child.
The mother had been infected with SARS-CoV-2 during the third trimester of pregnancy, developing associated clinical signs, including coughing and pyrexia.

www.technologynetworks.com/tn/news/evidence-of-sars-cov-2-transmission-across-the-placenta-337457

Journal

The Economist

Titre

## HOW FRANCE CREATED A UNIVERSITY TO RIVAL MIT

A huge modernist university campus is emerging amid farmland on a plateau south of the French capital. The University of Paris-Saclay, officially launched this year, merges some 20 higher-education and research institutions. It has a teaching and research staff of 9,000, catering to 48,000 students — more than Harvard or Stanford.

www.economist.com/europe/2020/08/29/how-france-created-a-university-to-rival-mit

Journal

ET Healthworld.com

Titre

## HOW AI COMPUTATIONAL MODEL IS BEING USED TO FIGHT COVID-19

Researchers are using the model to help clinicians in repurposing antivirals, disease diagnosis and detecting infection spread
In their efforts to fight the pandemic, academic institutions have been working overtime on various innovative strategies.

www.health.economictimes.indiatimes.com/news/health-it/how-ai-computational-model-is-being-used-to-fight-covid-19/77144531

Journal

FUTURITY

Titre

## METHANE EMISSIONSHIT RECORD-BREAKING LEVELS

Global emissions of methane have reached the highest levels on record, research shows. Growth of emissions from coal mining, oil and natural gas production, cattle and sheep ranching, and landfills are primarily driving the increases.

www.futurity.org/methane-emissions-record-levels-2404792-2/

Journal

LIST•SOLAR

Titre

## MACHINE-LEARNING FOR PV MODULE CLEANING

French researchers have actually established a machine-learning model to clean low-power PV projects and also standalone solar arrays in backwoods separated from the grid.
Researchers from France's Sorbonne Université, the École Normale Supérieure de Rennes (ENS Rennes), and also the University of Paris-Saclay have actually recommended a new machine-learning modern technology created to facilitate the organizing of PV module cleansing operations.

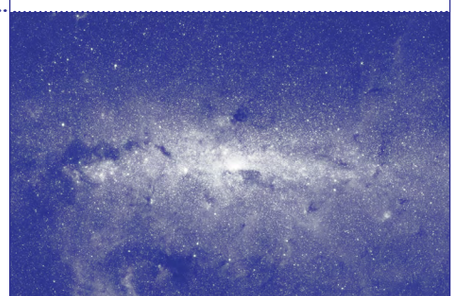
www.list.solar/news/machine-learning/

Journal

Technology News World

Titre

## BEYOND THE MILKY WAY-DISCOVERED GALACTIC WALL



Recently astronomers have discovered that Milky Way is a huge wall made up of thousands of galaxies, of clusters of trillions of stars and worlds, as well as the dust and gas arranged in the form of a curtain crossing at least 700 million light years of space.

www.tech-news.websawa.com/beyond-the-milky-way-discovered-galactic-wall/

Titre

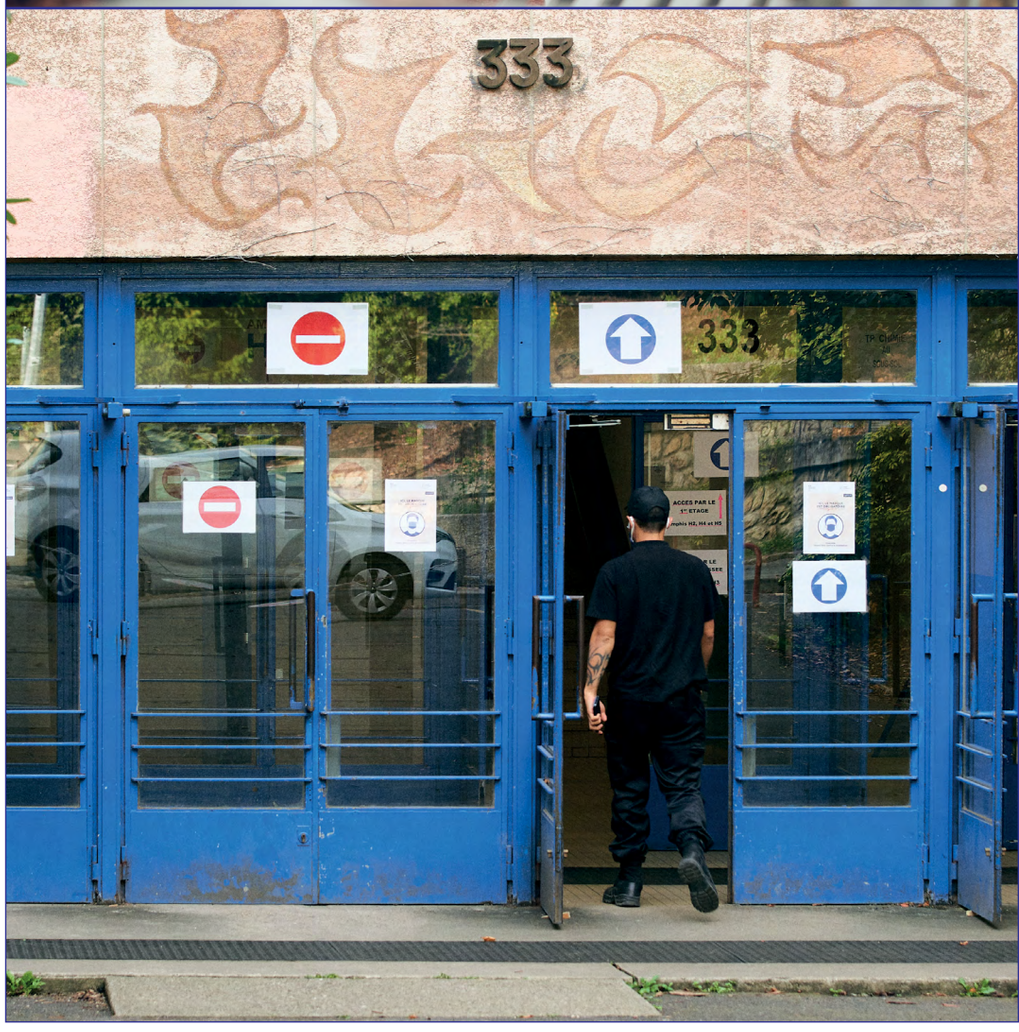
# Un campus à l'heure Covid

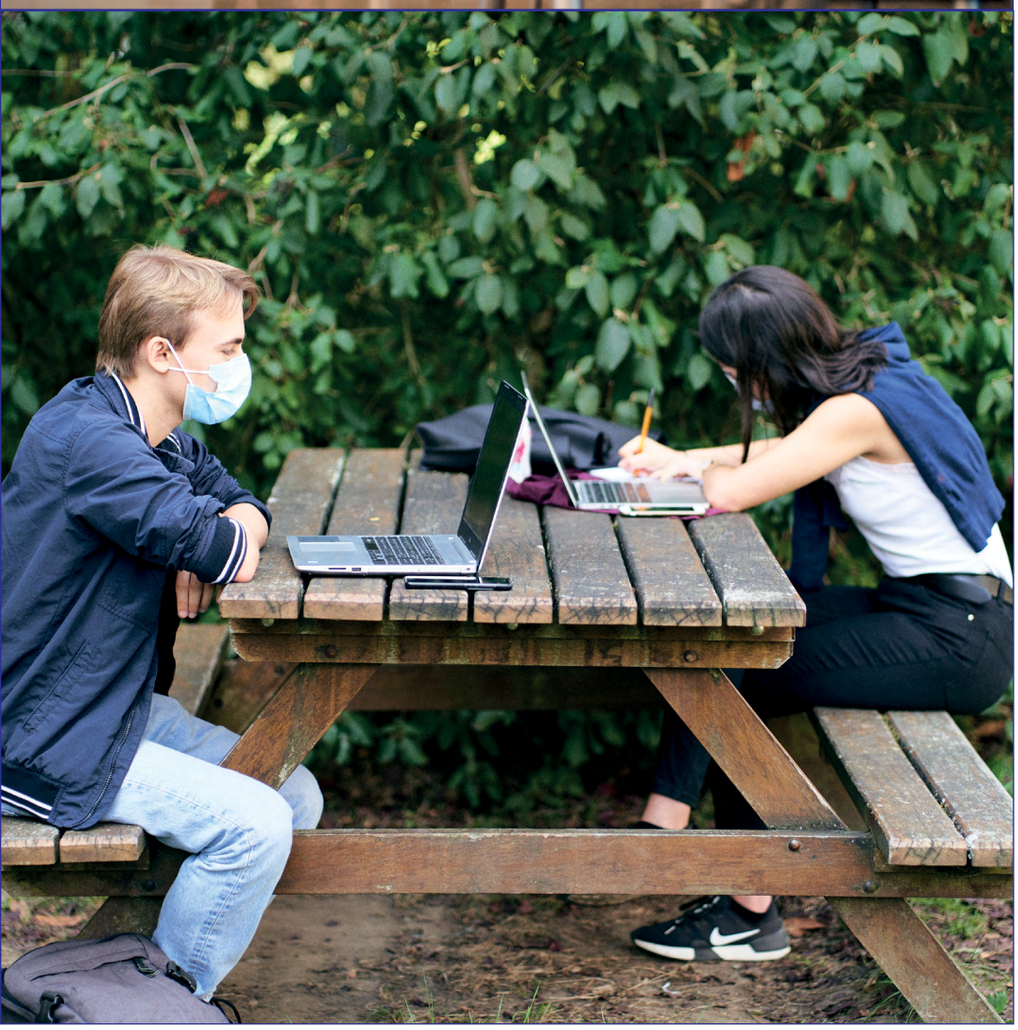
«*La situation sanitaire impose à chacun une vigilance permanente, mais une offre de services de qualité doit être assurée pour tous nos étudiants*», annonce Hervé Rivières, directeur en charge de la vie étudiante à l'Université Paris-Saclay. Un périmètre qui, avec l'application des mesures gouvernementales, est inévitablement bouleversé.

Depuis la rentrée, l'Université met en place un dispositif de don de masques avec l'aide de la Fondation Paris-Saclay Université et d'une entreprise privée : un masque offert à tous les étudiants et trois masques supplémentaires à ceux bénéficiaires d'une aide sociale individuelle de l'université ou en difficulté. Un important travail de digitalisation des outils est lancé et leur accès facilite l'accompagnement des étudiants fragiles avec, notamment, l'appui de l'association AGORAE. Dans les Resto'U, cafétérias, locaux communs des résidences étudiantes, bibliothèques, salles de sport, le port du masque est obligatoire – sauf pendant la pratique sportive –, la mise à disposition de gel hydroalcoolique de rigueur, et le nettoyage et l'aération des locaux renforcés. Partout, les espaces sont réorganisés pour respecter la distanciation physique et l'accueil est réduit de moitié.

Rouvertes le 1er septembre, les 33 bibliothèques du réseau suivent le mouvement. «*Ce sont normalement des lieux de rencontre et d'échanges, mais pour l'heure, le travail en groupe y est très limité*», avance Julien Sempéré, directeur en charge des bibliothèques. De nouveaux services sont mis en œuvre, comme la réservation de sa place de travail via l'application *Affluences*, et l'extension des horaires d'ouverture des BU. Et avec un campus placé sous le sceau de l'hybridation, le nombre d'ordinateurs et de logiciels mis à disposition est à la hausse pour permettre aux étudiants de suivre leurs enseignements en ligne.

Démarrés fin septembre, les cours de sports proposés par le SIUAPS accusent aussi d'indéniables changements. Seule la trentaine de sports disponibles en tant qu'unités d'enseignements demeurent et sont également accessibles en sport campus. «*Les activités s'adaptent pour protéger au maximum les usagers,* rapporte Patrick Maupu, directeur du SUAPS. *Les enseignants instaurent des protocoles sanitaires et pédagogiques pour limiter le face-à-face ou les contacts, réduire la durée des jeux ou éviter l'échange de matériel.*» Cette année, les cotisations ne donnent droit qu'à un seul cours par semaine. L'accès à la salle de musculation se fait sur réservation et est limité à une heure par jour. Certains cours sont déjà pleins, d'autres affichent un démarrage timide.





© Christophe Peus – UPSaclay

Titre

# Un laboratoire haute sécurité pour l'étude d'organismes pathogènes sur le plateau de Saclay

© LPBA – UPSaclay

À l'occasion de l'emménagement récent de l'ENS Paris-Saclay à Gif-sur-Yvette, le plateau de Saclay s'enrichit d'un laboratoire de confinement P3, conçu pour étudier des agents pathogènes de classe 3. Ces micro-organismes provoquent généralement une maladie humaine grave, pour laquelle il existe souvent une prophylaxie ou un traitement efficace. Ce laboratoire P3 est situé dans le bâtiment de l'ENS Paris-Saclay et hébergé au sein du Laboratoire de biologie et pharmacologie appliquée (LBPA – UPSaclay, ENS Paris-Saclay, CNRS).

« *Un laboratoire P3 protège l'environnement et les travailleurs d'une éventuelle contamination par les organismes étudiés* », explique Frédéric Subra, ingénieur de recherche au LBPA et responsable de ce plateau technique. Il accueillera jusqu'à huit personnes simultanément, réparties dans deux lobes indépendants. Cela favorisera l'étude de virus aux modes de transmission différents : dans un lobe prendront place les virus transmissibles par aérosols, comme le SARS-CoV-2, et dans l'autre ceux transmissibles par le sang, tels que le VIH.

Ce laboratoire confiné est géré par un comité d'utilisateurs qui statue sur les demandes d'utilisation. « *Travailler en P3 est une possibilité que nous ouvrons à tous les utilisateurs du plateau de Saclay, tant que nous arrivons à réguler les projets* », confie Frédéric Subra. Le LBPA a déjà des collaborations avec d'autres entités du plateau, comme l'Institut de biologie cellulaire de la cellule (I2BC – UPSaclay, CEA, CNRS), et en espère de nouvelles, par exemple avec la Faculté de pharmacie de Châtenay-Malabry qui emménagera dans le futur pôle biologie-pharmacie-chimie en construction sur le plateau, ou avec le laboratoire Servier, également en cours d'installation sur le site. Nul doute que l'arrivée de ce P3 sera motrice de nouvelles interactions et utile aux nombreux projets de recherche menés au sein de l'Université.

Étant donné la cette crise sanitaire actuelle liée à la pandémie de Covid-19, les événements mentionnés ci-après sont susceptibles de subir un report ou une annulation après la parution de ce journal.

# ON Y ÉTAIT

## OCTOBRE

| Date | Lieu | Hôte |
|---|---|---|
| 15 | En ligne | Université Paris-Saclay |

Description

### #ERASMUSDAYS DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY : JOURNÉE D'INFORMATION FINANCEMENTS ERASMUS+

En route vers le nouveau programme Erasmus 2020 – 2021 : les enseignants-chercheurs ont découvert les opportunités de financements européens pour la formation.

www.universite-paris-saclay.fr/evenements/erasmusdays-de-luniversite-paris-saclay-journee-information-financements-erasmus

# NE MANQUEZ PAS

## NOVEMBRE

| Date | Lieu | Hôte |
|---|---|---|
| 12 – 14 | Château de Villiers -le-Mathieu | Labex LERMIT, Ariis, Aviesan, Inserm, Leem |

Titre

### ÉCOLE DE L'INNOVATION THÉRAPEUTIQUE 2020

Description

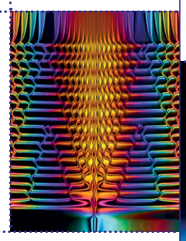
Durant 3 jours, 40 chercheurs du privé et du public et 40 doctorants, sélectionnés par un jury d'expert, se familiariseront à la complexité de la R&D pharmaceutique grâce à des conférences, des ateliers et des rencontres.

www.evenium-site.com/site/jrs-eit-ecole-de-l-innovation-therapeutique-2020;jsessionid=tbXKoErldHiWYzJ5aH9iQgAR.gl3

| Date | Lieu | Hôte |
|---|---|---|
| 16 | Saint-Aubin | Université Paris-Saclay |

Titre

### JOURNÉE DES SYSTÈMES ET DE LA MATIÈRE COMPLEXE 5E ÉDITION (2020)



Description

Une journée pour permettre à la communauté de la matière et des systèmes complexes de se rencontrer et d'échanger autour de ses thèmes de recherche qui sont, au sens large : systèmes désordonnés, fluides complexes, dynamique complexe, approches statistiques, matériaux multiéchelle, systèmes biologiques.

www.universite-paris-saclay.fr/evenements/journee-systemes-matiere-complexes-5eme-edition

| Date | Lieu | Hôte |
|---|---|---|
| 17 – 18 | En ligne | Université Paris-Saclay |

Titre

### CARADOC 2020 – CONVENTION « CAREERS AND DOCTORS »

Description

Ateliers en ligne, tables rondes, stands et mise en réseau pour les doctorants et les jeunes chercheurs qui souhaitent améliorer leurs compétences et leurs projets de carrière.

www.caradoc-paris-saclay.fr

| Date | Lieu | Hôte |
|---|---|---|
| 18, 19, 20 | Gif-sur-Yvette | ENS Paris-Saclay |

Description

### ARIANNA, UNE FANTAISIE SUR UNE ÎLE DÉSERTE

La Scène de recherche propose ce spectacle d'après l'opéra perdu de Monteverdi. Ariane est envoyée en orbite et son chant côtoie pour la première fois le témoignage de Valentina Terechkova, première femme à s'être rendue dans l'espace et unique femme à avoir été confrontée seule au vide spatial. À partir d'une mission spatiale en cours s'opèrent des rapprochements entre différents champs disciplinaires de l'art et de la science.

https://ens-paris-saclay.fr/agenda/arianna

| Date | Lieu | Hôte |
|---|---|---|
| 26 | Palaiseau | Institut d'Optique Graduate School |

Description

### PHOTONICS EXCELLENCE DAYS 2020 – FORUM DE LA PHOTONIQUE

Cette journée passera en revue les dernières innovations photoniques sur les thèmes suivants : optique quantique, systèmes laser et traitement des matériaux, instrumentation et diagnostic, capteurs et imagerie, communication et réseaux. Industriels, PME/ETI, start-up et laboratoires de la photonique viendront présenter leurs dernières innovations technologiques lors de plusieurs conférences et table-rondes accompagnées de démonstrations exclusives.

www.systematic-paris-region.org/evenement/photonics-excellence-days-2020/

## DÉCEMBRE

| Date | Lieu | Hôte |
|---|---|---|
| 19 | Évry | Université d'Évry |

Titre

### DES FEMMES ET DES HOMMES PARLENT D'ÉGALITÉ

Description

Un temps d'échange, de partage et de débat dédié à l'égalité femmes/hommes avec en toile de fond la nécessité d'agir pour prévenir les violences faites aux femmes.

université PARIS-SACLAY

**Ont contribué à ce numéro :**

**Gregorio Ameyugo**, chercheur à l'institut LIST (UPSaclay, CEA) • **Nicolas Anciaux**, responsable de l'équipe PETRUS commune entre Inria Saclay et le laboratoire Données et algorithmes pour une ville intelligente et durable (DAVID – UPSaclay, Inria, UVSQ) • **Cécile Appert-Rolland**, chercheuse au Laboratoire de physique des deux infinis – Irène Joliot-Curie (IJCLab – UPSaclay, CNRS) • **Sylvain Azarian**, directeur de MORPHEE+ • **Marc Barthelemy**, chercheur à l'Institut de physique théorique (IPhT – UPSaclay, CNRS, CEA) • **Annie Bartoli**, directrice du Laboratoire de recherche en management Larequoi (UPSaclay, UVSQ) • **Fabrice Bert**, chercheur au Laboratoire de physique des solides (LPS – UPSaclay, CNRS) • **Patrice Bertet**, chercheur au sein du groupe Quantronique du Service de physique de l'état condensé (SPEC – UPSaclay, CEA, CNRS) • **Françoise Berthoud**, ingénieure pédagogique à la direction de l'Innovation pédagogique de l'Université Paris-Saclay • **Julien Bobroff**, chercheur au Laboratoire de physique des solides (LPS – UPSaclay, CNRS) • **Daniel Bonamy**, chercheur au Service de physique de l'état condensé (SPEC – UPSaclay, CEA, CNRS) • **Corinne Borel**, directrice déléguée à l'essaimage au CEA Saclay • **Benjamin Brigaud**, chercheur au laboratoire Géosciences Paris-Saclay (GEOPS – UPSaclay, CNRS) • **Paul Chapellier**, chercheur au département Physique, instrumentation, environnement, espace (DPHY) de l'Onera Châtillon • **Émilie Chouzenoux**, chercheuse au sein de l'équipe-commune OPIS (Inria, CentraleSupélec) • **Agnès Delaunay-Moisan**, chercheuse à l'Institut de biologie intégrative de la cellule (I2BC – UPSaclay, CEA, CNRS) • **Isabelle Demachy**, vice-présidente Formation, innovation pédagogique et vie étudiante à l'Université Paris-Saclay • **Hervé Dole**, chercheur à l'Institut d'astrophysique spatiale (IAS – UPSaclay, CNRS) • **Marie Duris**, en charge de la communication au sein de l'équipe Entrepreneuriat de Centrale-Supélec • **Volny Fages**, chercheur au Département de sciences sociales de l'ENS Paris-Saclay • **Alexandre Gramfort**, chercheur au sein de l'équipe-projet Parietal (UPSaclay, Inria, CEA) • **Marija Jankovic**, chercheuse au Laboratoire de génie industriel (LGI – UPSaclay, CentraleSupélec) • **Alexia Jolivet**, chercheuse au laboratoire Études sur les sciences et les techniques (UPSaclay) • **Julie Josse**, chercheuse au sein de de l'équipe-projet XPOP (École polytechnique, Inria) • **Vincent Lebon**, chef de service au service hospitalier Frédéric Joliot (SHFJ – UPSaclay, CEA) • **Roger Le Grand**, directeur du laboratoire Immunologie des maladies virales, auto-immunes, hématologiques et bactériennes (IMVA-HB – UPSaclay, Inserm, CEA) • **Céline Lipari**, responsable éditoriale du site Internet du CEA • **Xavier Mariette**, président du Conseil scientifique de la Faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay • **Patrick Maupu**, directeur du SUAPS à l'Université Paris-Saclay • **Philippe Mendels**, chercheur au Laboratoire de physique des solides (LPS – UPSaclay, CNRS) • **Vincent Minier**, responsable de la transformation numérique de l'INSTN • **Sophie Pellat**, co-directrice du Startup studio Inria • **Nathalie Pelletier-Fleury**, chercheuse au Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP – UPSaclay, UVSQ, Inserm) • **Cécile Quantin**, chercheuse au laboratoire Géosciences Paris-Saclay (GEOPS – UPSaclay, CNRS) • **Hervé Rivières**, directeur en charge de la vie étudiante à l'Université Paris-Saclay • **Jean-François Roch**, chercheur au laboratoire Lumière, matière et interfaces (LUMIN – UPSaclay, ENS Paris-Saclay, CNRS) • **Alberto Rosso**, chercheur au Laboratoire de physique théorique et modèles statistiques (LPTMS – UPSaclay, CNRS) • **Julien Sempéré**, directeur en charge des bibliothèques à l'Université Paris-Saclay • **Frédéric Subra**, ingénieur de recherche au Laboratoire de biologie et pharmacologie appliquée (LBPA – UPSaclay, ENS Paris-Saclay, CNRS) • **Virginie van Wassenhove**, responsable de l'équipe Cognition & Dynamique cérébrale dans l'unité Neuroimagerie cognitive (UNICOG – UPsaclay, Inserm, CEA)

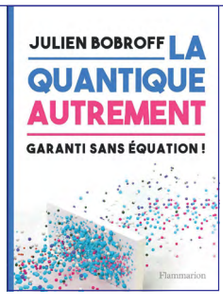
**Membres du Comité éditorial ayant participé au numéro :**

**Loraine Borges Pereira • Bruno Chanetz • Cynthia Colmellere • Morgann Crozet • Michel Desbordes • Tania Di Gioia • Marie Etave • Virginie Fonteneau • Brigitte Gauthier • Gaëlle Giraudier • Antoine Godard • Isabelle Huteau • Simon Jumel • Sophie Martin • Cécile Mathey • Eva Olah • Cécile Pérol • Bertrand Poumellec • Cécile Quantin • Magalie Quet • Léa Remaud • François Robinet • Gilles Rouet • Jacqui Shykoff • Julien Signoles • Odile Stephan • Aurélie Thomann • Éric Valdenaire • Kees Van der Beek**

**Directrice de la publication : Sylvie Retailleau**
**Directrice de la rédaction : Marie-Pauline Gacoin**
**Rédactrice en chef : Véronique Meder**
**Rédaction : Mehdi El Sadek Fadel, Flore Kapusta-Loyer, Véronique Meder, Irène Tanneur**
**Direction artistique : The Shelf Company**
**Traduction : ABAQUE**
**Impression : Stipa**

**ISSN 2679-4845 – Dépôt légal à parution**

# À LIRE




### La Quantique autrement

**Julien Bobroff, chercheur au Laboratoire de physique des solides (LPS – UPSaclay, CNRS), s'attaque à ce monument de la physique pour en révéler ses merveilles, sans équation ni exposé historique.**

256 pages. Éditions Flammarion.

## The Conversation

### Loi relative à la bioéthique : quand bioéthique rime avec biopolitique

**Emmanuel Hirsch, professeur d'éthique médicale à la faculté de médecine de l'Université Paris-Saclay, et Valérie Depadt, maître de conférences en droit à l'Université Sorbonne Paris Nord, reviennent sur l'adoption discrète en deuxième lecture cet été, du projet de loi relative à la bioéthique à l'Assemblée nationale.**

www.theconversation.com/loi-relative-a-la-bioethique-quand-bioethique-rime-avec-biopolitique-143477

### BD : Pourquoi mettre des fermes dans les villes ?

**Objet de recherche récent pour les scientifiques, les microfermes urbaines sont aujourd'hui en plein essor. Baptiste Grard, chercheur au laboratoire Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes (ECOSYS – UPSaclay, Inrae, AgroParisTech), et Mathieu Ughetti, illustrateur, proposent un reportage BD pour découvrir cette forme étonnante d'agriculture.**

www.theconversation.com/bd-pourquoi-mettre-des-fermes-dans-les-villes-142107

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, Espace technologique,
Bât. Discovery – RD 128 – 1er étage,
91190 Saint-Aubin – France

Merci et bonne lecture !

nom ..... prénom .....

adresse ..... ville .....

..... .....

code postal ..... pays .....

email .....

# L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY, UNE UNIVERSITÉ DE RECHERCHE INTENSIVE DE RANG MONDIAL

## Classée parmi les meilleures au monde, en Europe et en France

(Source : ARWU, Academic Ranking of World Universities 2020)

**14e université mondiale**

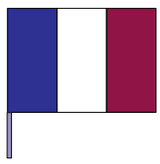
## DANS LE MONDE

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 Mathématiques | 9 Physique | 12 Agriculture | 23 Génie des télé–communications | | |
| 24 Médecine clinique | 29 Automatique et contrôle | 32 Statistique | 35 Biotechnologie | 47 Génie électrique et électronique | 48 Génie mécanique |

## EN EUROPE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Physique | 2 Génie des télé–communications | 3 Agriculture | 5 Statistique | |
| 7 Automatique et contrôle | 8 Médecine clinique | 9 Génie mécanique | 10 Biotechnologie | 11 Génie électrique et électronique |

## EN FRANCE



1

- Agriculture
- Automatique et contrôle
- Biotechnologie
- Génie des télécommunications
- Génie mécanique et contrôle
- Génie électrique et électonique
- Médecine clinique
- Statistique

université PARIS-SACLAY