

LE MAGAZINE ANNUEL DE LA RECHERCHE À L'UA

Efferve*Sciences*

4

Année 2023



édito

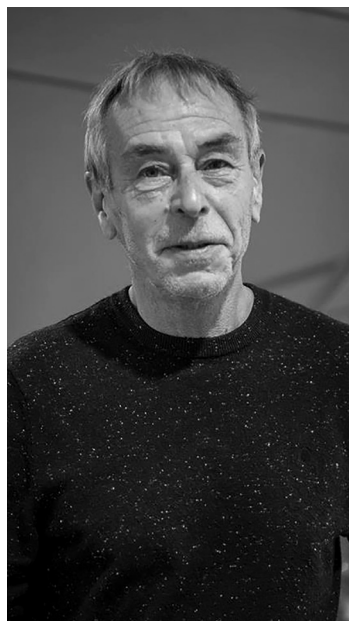
EfferveSciences est né, il y a 4 ans déjà, de notre intention de communiquer auprès de nos collaborateurs en interne, mais aussi et surtout auprès de nos partenaires sur les recherches réalisées au sein de l'Université d'Angers. L'objet n'a pas pour vocation d'être exhaustif, ce serait illusoire, mais présente quelques faits marquants qui ont jalonné l'année 2023, afin d'illustrer toute la diversité des activités de recherche qui se déploient au sein de nos structures de recherche.

Ce choix éditorial nous contraint bien sûr à sélectionner des sujets, et donc par essence à en laisser de côté d'autres qui auraient tout autant mérité d'être présentés dans ce magazine. Il nous oblige ainsi à faire un tri parmi tous les projets qui, cette année, ont été retenus pour financement sur des appels à projets compétitifs.

À ce titre, l'année 2023 aura été un excellent millésime avec notamment 13 projets ANR et 5 projets européens retenus, ce qui témoigne de l'excellence de notre recherche et de sa notoriété au niveau national et international. Cette reconnaissance se traduit également par la présentation de certains des travaux réalisés par nos chercheurs dans des instances internationales (Mission de l'adoption internationale, Commission internationale de santé au travail, Institut de droit international). Elle se concrétise aussi par des succès et récompenses pour nos jeunes chercheurs lauréats à l'*European Research Council* (ERC), à l'Institut Universitaire de France (IUF), à l'ANR Jeunes chercheuses-Jeunes chercheurs (JCJC)... Les doctorant-es ne sont pas en reste, en particulier sur le plan de la valorisation sociétale de leurs travaux par le biais de Ma thèse en 180 secondes ou de la bande dessinée *Sciences en bulles*.

Plusieurs de ces succès font l'objet d'articles dans ce numéro d'*EfferveSciences*. Vous pourrez également y découvrir différentes actions collaboratives entre nos chercheurs et le monde socio-économique ou des partenariats renforcés de l'Université avec d'autres établissements et organismes recherche.

Que tous nos personnels qui participent à la dynamique recherche de l'UA et que celles et ceux qui ont participé à l'élaboration de ce numéro 4 (en espérant qu'une longue série suive) soient vivement remerciés.



Philippe Simonneau,
Vice-président Recherche de l'Université d'Angers

6

UA / CNRS :
une politique scientifique
partagée

7

Un pôle universitaire pour
favoriser l'innovation

9

Atelier Tangram,
pour que la valorisation
ne soit pas un casse-tête

10

Akivi, une révolution
dans l'enseignement
médical

11

Sa thèse,
résumée en BD

13

RUBRIQUE
Santé

14

Deux chercheuses
de Mint entrent
à l'IUF

15

Objectif Lune

17

Mutualiser
les équipements d'imagerie
au service de la santé

18

400 professionnels
au Séminaire
de génétique clinique

Les mitochondries sensibles
à ce que nous mangeons

19

TEC-TOP présenté à la
Commission internationale
de santé au travail

Le sport et la stimulation
cognitive pour lutter contre
la maladie de Huntington

21

RUBRIQUE
**Environnement
et végétal**

22

Phénotic 2,
un pôle d'ingénierie végétale
unique en Europe

23

Le phénotypage
prend la clé des champs

24

Miser sur le microbiote
des graines pour
la santé des plantes

25

Des drones
pour compter les ragondins

27

RUBRIQUE
Matériaux

28

Almat, « un bond
de 20 ans en avant »

29

Bourse ERC :
Antoine Goujon lauréat

sommaire

31

Ces matériaux
qui changent de propriété
sous l'effet du laser

32

Une nouvelle molécule
pour éliminer les cellules
cancéreuses grâce
à la lumière

33

Protéger
la Méditerranée...
depuis Angers

35

RUBRIQUE
MathStic

36

Vers de nouvelles
connaissances
en mathématiques

37

Des algorithmes
pour faire émerger
de nouveaux algorithmes

38

Pompier
de service

39

Réalité virtuelle :
vers un habitat inclusif 2.0

41

RUBRIQUE
**Lettres, langues,
sciences humaines
et sociales**

42

La face sombre
de l'adoption
internationale

43

ESO récompensée
pour son travail sur les
Atlas sociaux

45

Management : l'Europe
soutient les recherches
de Svitlana Plotnytska

46

L'Institut de droit
international
fête ses 150 ans à Angers

47

Jean Fougerouse
à la tête de la
SFR Confluences

49

Le rôle du cervelet
dans les comportements
sociaux complexes

une politique scientifique partagée

UA/CNRS

Christian Roblédo et Antoine Petit ont signé la convention le 21 juin.



L'Université d'Angers et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) ont signé une première convention de partenariat à l'échelle des établissements. Elle renforce, pour les 6 ans à venir, leur volonté de collaboration sur des thématiques identifiées par les deux parties comme étant prioritaires.

L'UA et le CNRS travaillent ensemble depuis longtemps. Les deux structures assurent actuellement, par exemple, la cotutelle de huit laboratoires (Larema, Moltech-Anjou, Mitovasc, CRCI2NA, Mint, LPG, ESO, Temos). Et, leurs rapports sont régis, dans ce cadre, par un ensemble de dispositions. Mais jamais une convention n'avait été signée à l'échelle des établissements.

C'est désormais chose faite. Le 21 juin 2023, Christian Roblédo, président de l'UA, et Antoine Petit, P-DG du CNRS, ont paraphé un texte de partenariat liant les deux structures pour 6 ans.

Des objectifs communs

« Pour nous, c'est une véritable satisfaction de pouvoir signer cette convention de site », s'est félicité Christian Roblédo. Sa rédaction « a permis de coucher sur papier le partage d'un certain nombre d'objectifs scientifiques que nous avons en commun ».

Cinq grands axes ont été définis et recevront « notre soutien conjoint ».

- En sciences des matériaux, il s'agit du développement de matériaux moléculaires organiques ou hybrides organiques-inorganiques (pour application dans

l'électronique organique, les matériaux stimulables, la nano structuration ou encore les matériaux pour l'énergie).

- La recherche en mathématiques se concentre sur la géométrie algébrique réelle et complexe, la topologie algébrique, l'analyse, les probabilités et la statistique, avec des applications en sciences du vivant et en sciences économiques.

- Dans le domaine de la santé, les recherches sont menées avec l'Inserm, en collaboration avec le CHU d'Angers, dans les domaines des pathophysiologies mitochondriales et cardiovasculaires, des micro et nanomédecines, de la cancérologie, de l'immunologie et de l'immuno-inflammation.

- Les recherches en sciences humaines et sociales abordent l'évolution historique des individus, des savoirs ou des communautés, les interactions entre espaces et sociétés, entre géographie et sociologie. Sur le site angevin, elles sont notamment centrées autour des études sur l'enfance et la jeunesse, et sur le tourisme.

- En sciences de la terre et de l'univers, les recherches, menées en lien avec Le Mans Université et Nantes Université,

se focalisent sur les systèmes marins en transition et plus particulièrement sur le fonctionnement et la dynamique côtière et littorale, les systèmes marins ouverts et la paléo-océanographie.

« Cette nouvelle convention va développer notre collaboration. En partageant ainsi nos priorités en matière de recherche, d'innovation et d'actions à l'international, nous continuerons à mettre en œuvre une recherche fondamentale au service de la société », a déclaré Antoine Petit. Et d'ajouter : « Il est important que le CNRS sache accompagner l'excellence où elle se trouve ».

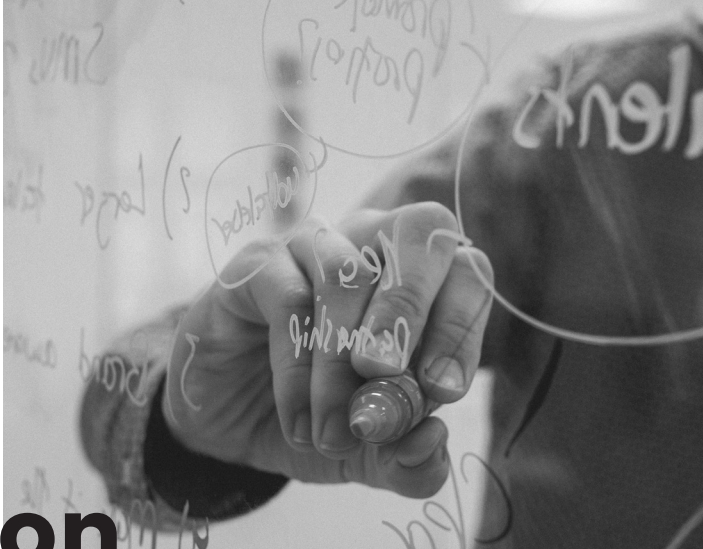
Valeurs partagées

Les ressources humaines et financières des laboratoires, la mobilité des scientifiques, l'accueil des étudiants sont régies par la convention. Le texte acte également le partage d'un certain nombre de valeurs, en matière d'égalité, de politique de publication, de déontologie, d'intégrité scientifique, ou encore de développement durable...

Au total, plus de 300 personnels permanents du CNRS et de l'Université d'Angers sont concernés.

Un pôle
universitaire
pour favoriser

l'innovation



Objectif : multiplier par quatre le nombre de start-up.

Porté par la Comue Angers-Le Mans, le Pôle universitaire d'innovation (PUI) Prédicé (Pré-déclarations d'invention, créations et transferts) accompagnera les porteurs de projets dans la création d'entreprises issues de la recherche académique sur les départements du Maine-et-Loire, de la Sarthe et de la Mayenne.

Afin de soutenir le développement technologique des entreprises, trois actions phares ont été identifiées au sein du PUI Prédicé. La première a pour objectif de sensibiliser à la valorisation et à l'entrepreneuriat les étudiant-es de niveaux master et doctorat, les chercheur-es et enseignant-es-chercheur-es, avec, entre autres, le dispositif Pépite Pays de la Loire. La deuxième vise à favoriser et à fluidifier l'accessibilité aux plateformes et compétences des laboratoires de recherche. La dernière sera centrée, via le financement de projets de prématurations, sur l'établissement en laboratoire de preuves de concept.

**« Renforcer
l'impact
des sites de
recherche »**

Une somme de 3 M€ a été débloquée. *« Le PUI-Prédicé bénéficie d'un soutien politique et financier affirmé des collectivités locales, et notre territoire est attrayant pour l'implantation d'entreprises, assure Pascal Richomme-Peniguel, vice-président Valorisation à l'Université d'Angers et coordinateur du PUI, lancé le 21 septembre 2023 pour une durée de 4 ans. Notre stratégie est de renforcer l'impact socio-économique des sites de recherche et de répondre à l'ambition nationale de créations de start-up en lien avec l'innovation. Des appels à projets récurrents seront aussi lancés pour que les chercheur-es expérimentent leurs idées et que les industriels valorisent les résultats de recherche académique ».*

Une Maison de l'innovation

Une quinzaine de partenaires sont impliqués dans Prédicé, dont l'une des forces est le dispositif Fil'Innov, construit entre les universités d'Angers, de Nantes et du Mans, avec le soutien financier de la Région et du Feder (Fonds européen de développement régional). À l'UA, quatre ingénieurs filière ont été recrutés en ce sens pour accompagner les chercheurs dans la promotion de leurs compétences scientifiques auprès des partenaires industriels (santé, végétal, numérique, territoire et société).

Une Maison virtuelle de l'innovation, nommée « HUB-174 », sera également mise en place au sein du pôle universitaire. Elle concentrera tout ce qui nourrit la culture d'innovation et l'impact sociétal de la recherche publique. On y retrouvera ainsi les savoir-faire et les équipements

technologiques dédiés à la recherche, la publication des appels à projets, les différents parcours d'accompagnement et de formation possible.

« D'ici 2027, nous visons une augmentation de contrats de recherche de 50 %, du nombre de déclarations d'invention de 45 %, et une multiplication par quatre du nombre de start-up issues de nos unités de recherche », conclut Pascal Richomme-Peniguel.

Les co-fondateurs et partenaires

Outre les universités du Mans et d'Angers, sont impliqués : Inrae, le CHU d'Angers, le CNRS, l'Institut Agro Rennes-Angers, Atlanpole, la Satt Ouest Valorisation, Angers Technopole, Le Mans Innovation, Laval Mayenne Technopole, l'Inserm, le Centre hospitalier du Mans, l'Institut de cancérologie de l'Ouest, l'Esaiip et l'Eseo.

**« La valorisation économique est
complémentaire de la publication
scientifique ou de la valorisation
sociétale »**

Atelier Tangram

Pour que la valorisation
ne soit pas un casse-tête

Pour accompagner ses chercheur-es dans la valorisation de leurs travaux vers le monde socio-économique, l'Université d'Angers propose depuis plusieurs années un accompagnement dédié à l'innovation. Exemple avec cet atelier mené à l'Institut de recherche en horticulture et semences (IRHS), en étroite collaboration avec l'Inrae.

La valorisation est le moyen de rendre utilisables ou commercialisables les résultats, les connaissances et les compétences issus de la recherche académique auprès de partenaires socio-économiques (entreprises, collectivités, associations).

L'UA a décidé d'accompagner ses chercheur-es dans cette démarche, à travers notamment des ateliers Tangram, du nom du célèbre casse-tête chinois. Ce dispositif a été mis en place en

2021, dans le cadre du projet Fil'Innov dans plusieurs Structures fédératives de recherche (SFR) et unités de l'UA. Quatre ateliers ont eu lieu en 2023 sur plusieurs thématiques : les thèses Cifre, les outils de maturation et pré-maturation...

« *La valorisation économique est complémentaire de la publication scientifique ou de la valorisation sociétale*, précise Sabine Diwo-Allain, chargée de la coordination des filières d'innovation au sein du pôle Partenariat et innovation à la Direction de la recherche, de l'innovation et des études doctorales (Dried). *L'idée de ces ateliers Tangram est de fournir aux enseignant-es-chercheur-es une base de réflexion et des outils d'aide à la décision.* »

De nouveaux projets à l'horizon

Ces ateliers couvrent quatre grandes thématiques (à savoir : protéger, mûrir, collaborer, transférer) dans le but de répondre à différentes questions : le fonctionnement d'une licence et du droit d'auteur, la définition d'un inventeur, l'intérêt de mûrir un projet avec une entreprise, la manière de développer une plateforme technologique à partir de l'expertise d'un laboratoire...

Le 4 juillet, une dizaine de chercheur-es

de la SFR Qualité et santé du végétal (Quasav) ont ainsi assisté au quatrième et dernier atelier Tangram de l'année, sur le thème des appels à projets nationaux public-privé pour le végétal, c'est-à-dire sur la possibilité de financer une recherche collaborative en partenariat avec une entreprise. L'occasion d'évoquer le plan d'investissements France 2030, la Banque publique d'investissement, BPI France, ou bien encore la chaire régionale d'application Sensichem pilotée par Guillaume Viault, chercheur au Sonas. Emmanuel Pajot, directeur général de Green Impulse, start-up née à la suite des travaux de recherche menés à l'UA en 2019, a également témoigné. Ainsi que le Labcom Match porté par Nathalie Leduc, chercheuse à l'IRHS et Hanaé Romain, responsable R&D chez Hortensia France.

« *Ces échanges étaient très constructifs et pourraient aboutir à de nouveaux projets*, estime Sabine Diwo-Allain. *On voit bien à travers ces exemples que la valorisation permet à la fois de travailler avec une start-up mais également avec une PME locale qui a déjà une longue histoire.* »

Les ateliers ont lieu au plus près des unités de recherche.



En chiffres

En 2022, 145 contrats de recherche, de support et de partenariat ont été signés à l'UA. Soit une augmentation de 20 % par rapport à 2021. Ces contrats ont rapporté plus de 1 M€.

Akivi,

une révolution dans l'enseignement médical

Lauréat en 2021 d'une bourse de 5 000 €, d'une deuxième de 10 000 € en 2022 et d'une troisième de 20 000 € attribuées en janvier 2024 par la fondation Banque populaire Grand Ouest, Florian Bernard a tenu son pari. Celui de transformer le projet Akivi (Anatomical Knowledge in Virtual Immersion) en start-up dont le but pourrait se résumer en une phrase : explorer le corps humain et ses organes avec les conseils de professeur-es via la stéréoscopie (technologie de visualisation en relief utilisée pour le film « Avatar »).

« Notre but est d'offrir un outil d'enseignement adapté aux besoins des étudiant-es. Rassembler dans une application mobile la tradition du savoir anatomique et la 3D a été un défi fou, confie Florian Bernard, qui est aussi neurochirurgien au CHU d'Angers. Il y a eu beaucoup de travail, notamment sur le plan juridique en termes de propriété intellectuelle. Akivi est aujourd'hui la première application française dédiée à l'anatomie, avec des valeurs fortes : accessibilité du savoir, respect de la tradition anatomique et inclusion de tous les soignant-es. »

Un projet issu de l'UA

Destinés aux personnels médicaux et aux étudiant-es en santé dans le but de favoriser l'acquisition de nouvelles connaissances certifiées, les contenus intégrés (QCM, fiches de synthèse, cas cliniques, imageries médicales, dissections 3D grâce à un partenariat avec l'Université de Standford) sont multiples et développés par des médecins et des anatomistes.

« Accessible sur tous les supports (ordinateur, smartphone, tablette) sans casque de réalité virtuelle, ce nouvel outil renforce les processus cognitifs liés à l'apprentissage et propose un parcours personnalisé, assure Florian Bernard. C'est une révolution médicale, d'autant plus que la digitalisation de l'enseignement fait partie du plan France Relance du gouvernement. »

Le logiciel est issu d'un projet d'innovation pédagogique « Anatomie 3D », lauréat d'un appel à projets du Lab'UA et pour

Respectivement maître de conférences à la Faculté de santé et technicien audiovisuel, Florian Bernard et Cyril Royer ont co-fondé la start-up Akivi.

Elle propose une application pour smartphone qui révolutionne l'enseignement de l'anatomie pour le corps médical et paramédical, avec des contenus pédagogiques innovants et personnalisés.

lequel l'UA a mis à disposition un technicien audiovisuel - Cyril Royer - aujourd'hui dirigeant mandataire d'Akivi. Les travaux de recherche ont été réalisés au sein du laboratoire d'anatomie hébergé à la Faculté de santé et les premières études scientifiques ont été publiées dès 2017.

De son côté, la Satt Ouest Valorisation a investi sur la technologie et a accompagné la jeune start-up (marque, feuille de route, étude de marché).

Pour autant, les défis sont encore nombreux pour Akivi : présentation de l'outil aux autres universités françaises, recrutement pour étoffer l'équipe, rendre le contenu accessible en anglais pour une meilleure visibilité à l'international, et un apprentissage anglophone pour les étudiant-es français-es car « **les médecins parlent à leurs patient-es en français mais lisent des publications en anglais**, conclut Florian Bernard. **Le produit Akivi n'est pas terminé, ce n'est que la première version.** »

L'application Akivi est disponible sur l'Appstore et le Playstore.



Florian Bernard et Cyril Royer, co-fondateurs de la start-up Akivi.

Sa thèse

résumée en BD

L'historien Bastian Roullier fait partie des dix doctorant-es français retenus pour l'édition 2023 de « Sciences en bulles », ouvrage de vulgarisation scientifique distribué gratuitement à l'occasion de la Fête de la science.

Après avoir validé son master à l'UA, puis son Capes, Bastian Roullier s'est lancé dans une thèse en 2020. Sous la direction de Philippe Blaudeau, au sein de l'unité Temos, l'historien de 27 ans étudie « *les divertissements populaires dans et hors de l'Empire d'après les sources écrites tardo-antiques. Je m'intéresse aux spectacles, combats de gladiateurs, représentations théâtrales, spectacles de chasse, courses de chars... organisés durant l'Antiquité tardive, entre le IV^e et le VI^e siècle après JC, résume le natif de Beaupréau. Est-ce que ce sont les mêmes spectacles proposés dans tout l'Empire romain ? Est-ce qu'il y a une culture commune ? Et comment évoluent-ils, que deviennent-ils ? C'est une époque qui connaît beaucoup de changements, avec le développement du christianisme, la disparition de l'Empire romain en Occident et le développement de royaumes barbares, ce qui a un impact sur les spectacles* ».

« Un très beau projet de médiation »



L'une des pages expliquant les recherches de Bastian Roullier.

Traités, lettres, homélies, inscriptions gravées sur des blocs de pierre... les sources de Bastian Roullier sont nombreuses et variées. C'est ce qu'on apprend, entre autres, dans la 5^e édition du livre *Sciences en bulles*.

Dix mini-BD

Comme pour les précédentes éditions, le cru 2023 explore le thème retenu pour la Fête de la science. Après le changement climatique en 2022, les relations entre sport et science ont été mises à l'honneur à l'approche des JO de Paris 2024. Dix doctorant-es d'universités ou de grandes écoles françaises y présentent leurs travaux. L'occasion d'en apprendre davantage sur l'apnée, les valeurs du roller derby, les prothèses utilisées dans les Jeux paralympiques, ou encore, ce que l'intelligence artificielle peut apporter à la santé des gymnastes... Chaque recherche est résumée en une courte bande dessinée de quatre pages. « Il faut être très simple et très précis », note Bastian Roullier, premier membre de l'UA à voir sa candidature retenue à la suite de l'appel à projets diffusé chaque automne. Après une journée de formation à Paris, et la production d'un premier texte résumant

son travail de recherche, l'historien a multiplié les échanges avec l'illustratrice Héloïse Chochois qui signe l'intégralité des planches du nouvel ouvrage. « Je lui ai transmis des textes mais aussi des images qui représentaient les spectacles, des éléments de décors, comme des mosaïques de l'époque, afin que le dessin soit, lui aussi, bien en lien avec la réalité historique ».

Six mois plus tard, les dernières touches de couleur ont été apportées aux dessins. « C'est une superbe expérience. C'est très intéressant de mettre en images ce sur quoi l'on travaille. Et c'est très pratique : j'ai pu expliquer simplement à des proches ce que je faisais, rigole Bastian. C'est un très beau projet de médiation ».

L'ouvrage, édité par le groupe d'éditeurs Science pour tous, a été distribué gratuitement, en octobre, lors de la Fête de la science, grâce au soutien financier du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, du ministère de la Culture, de France Universités, et de la Casden Banque Populaire.

RUBRIQUE

Santé

Deux chercheuses de Mint entrent à

l'IUF

Travaillant sur des nanomédicaments innovants et leur mode d'administration, Élise Lepeltier et Émilie Roger-Talibart sont nommées pour 5 ans à l'Institut universitaire de France (IUF).

Le 1^{er} octobre, elles ont intégré l'IUF, institut « sans mur » qui rassemble les enseignant-es-chercheur-es français de haut niveau. Elles ont, toutes deux, été nommées au titre de la chaire Innovation, car leurs travaux pourraient déboucher sur des brevets. Les deux femmes, nées en Anjou, se côtoient régulièrement au 3^e étage de l'Institut de biologie en santé, épice de la recherche en santé angevine. Elles sont toutes les deux membres de l'unité Mint (Micro et nanomédecines translationnelles), laboratoire spécialisé dans le « transport » de principes actifs, via des micro ou nanoparticules.

Un spray contre le cancer du poumon

Au-delà de ces points communs, leur parcours et leurs travaux sont singuliers. Élise Lepeltier est chimiste de formation. Pour conclure son parcours à l'École normale supérieure, elle effectue un stage au sein du Laboratoire des biomolécules. « J'ai adoré. Le fait de travailler en interdisciplinarité m'a beaucoup plu ». Lors de son doctorat, elle explore un procédé permettant de « faire de nouvelles nanoparticules anticancéreuses, sans excipient, par auto-assemblage. Elles se forment spontanément dans l'eau ». Après 2 ans de post-doctorat en Allemagne, Élise Lepeltier intègre l'UA en 2015, enseignant la chimie à la Faculté de santé, et poursuivant ses recherches sur les nanoparticules anticancéreuses. Son projet : offrir aux personnes atteintes



Émilie Roger-Talibart et Élise Lepeltier se côtoient au sein du laboratoire Mint.

d'un cancer du poumon l'équivalent de la Ventoline pour les asthmatiques, c'est-à-dire un spray capable de transporter le traitement au plus près de sa cible. « Je travaille sur un anticancéreux déjà utilisé en clinique, que l'on va modifier pour qu'il s'auto-assemble, qu'il soit plus efficace et qu'il cible précisément la tumeur ». Reste un obstacle à lever : le microbiote du poumon, « une barrière naturelle qu'il faut prendre en compte », explique Élise Lepeltier. À terme, la chercheuse veut trouver le moyen de traiter différents cancers au niveau local. Cette ambition est au cœur d'un projet européen qu'elle compte prochainement défendre.

Des traitements innovants à avaler

Émilie Roger-Talibart vise, elle aussi, une bourse de l'European Research Council. Diplômée de la Faculté de pharmacie d'Angers, elle développe « de nouveaux systèmes particuliers pour l'administration par voie orale ».

Avaler un médicament reste le plus pratique. Mais de nombreuses molécules ayant prouvé leur efficacité ne sont pas administrables par ce mode. « Des peptides ont montré un grand intérêt mais, le problème, c'est que si vous avalez un peptide, il va rapidement se dégrader ou ne pas être absorbé », constate la chercheuse.

Son idée : mettre dans une « cage » protectrice la molécule active.

Ce principe a été au cœur de sa thèse Cifre soutenue en 2009. Durant 3 ans, elle a œuvré, en lien avec un laboratoire pharmaceutique, à la mise au point de vecteurs permettant d'encapsuler des molécules anticancéreuses, en vue d'une prise orale.

Après un détour par les États-Unis, et un premier poste d'enseignante-chercheuse à Strasbourg, Émilie Roger est revenue à Angers. Et a repris ses recherches sur l'administration orale de médicaments. Depuis 5 ans, elle travaille sur un nouveau système nanoparticulaire, dont l'élaboration ne nécessite pas de solvants organiques (donc moins toxique), capable d'encapsuler des molécules actives. « L'objectif du projet que j'ai déposé à l'IUF est de suivre cette cage après son ingestion, de regarder jusqu'où elle va dans le système digestif avant d'être dégradée et, donc, de libérer le peptide ».

L'ultime étape de ce projet au long cours sera d'élaborer un comprimé, transportant la cage nanoparticulaire et sa molécule active.

Objectif

Lune



L'absence de gravité impacte le corps humain.

Doctorant au sein du laboratoire Mitovasc, sous la direction de Marc-Antoine Custaud et Nastassia Navasiolava, Adrien Robin a décroché une prestigieuse bourse en partenariat avec la Nasa pour son postdoctorat aux États-Unis. Sa mission : participer à la réduction des risques liés à la santé des astronautes lors de vols dans l'espace.

Pour Adrien Robin, la rentrée s'est effectuée à grandes enjambées. Après avoir soutenu sa thèse mi-septembre, et finalisé ses dernières publications à l'UA, il s'est envolé fin novembre pour le Texas.

Aux États-Unis, il bénéficie d'une très sélective bourse TRISH (*Translational Research Institute for Space Health*) de 2 ans en partenariat avec la Nasa. Cette bourse soutient les jeunes scientifiques dont les recherches portent sur la compréhension des atteintes physiologiques induites par les vols spatiaux. Trois personnes seulement ont été retenues pour une trentaine de candidatures reçues.

« **Je suis très content, je ne m'y attendais pas du tout**, s'exclame le lauréat. **Je vais travailler dans le département Aerospace Engineering de la Texas A&M University afin de mieux comprendre la physiologie de l'astronaute en microgravité et proposer des contre-mesures pour maintenir les astronautes en bonne santé.** »

Mars en ligne de mire

Pertes de la densité osseuse et de la masse musculaire, diminution de la capacité aérobique, intolérance orthostatique (avec un risque de syncope), tachycardie, problème ophtalmologique... tout le corps humain est impacté par l'absence de gravité.

Adrien Robin travaillera sur la relation dose (gravité)/réponse (physiologie) entre secteurs liquidiens, paramètres cardiovasculaires et ophtalmologiques, et le degré d'exposition du corps à la gravité.

« **On va reproduire au sol la diminution de volume sanguin et certains transferts liquidiens observés chez l'astronaute par 24 heures d'alitement tête en bas à -6° d'angle, ou par administration d'un diurétique. Avant et après ce déconditionnement, les volontaires seront exposés à différents degrés d'inclinaison sur une table à bascule, afin d'observer l'effet dose/réponse. Cela permettra de mieux connaître les réponses du corps déconditionné à une dose particulière de gravité, et ainsi mieux préparer le développement de contre-mesures.** »

Autant d'expériences qui feront ensuite l'objet de publications dans des revues scientifiques.

Ces recherches seront complémentaires de celles menées en France puisqu'au sein de la clinique spatiale Medes à Toulouse, Adrien Robin réalise des simulations d'apesanteur par alitement d'une durée de trois mois ou en immersion sèche de cinq jours, souhaitées par l'Agence spatiale européenne (ESA) et le Centre national d'études spatiales (Cnes). Ce dernier a par ailleurs financé le doctorat en physiologie spatiale d'Adrien Robin, au même titre que la Région Pays de la Loire.

Avant de partir, le lauréat a bénéficié des derniers conseils de Marc-Antoine Custaud, professeur en physiologie à l'UA.

« **Lors de mon master, il m'a invité à travailler sur cette thématique**, raconte celui qui, enfant, était abonné à *Science & vie junior* pour tout savoir sur les planètes et les trous noirs. **Aujourd'hui, j'ai la chance de travailler dans un domaine qui me plaît, avec le programme Artemis de la Nasa en pleine expansion qui vise à retourner sur la Lune et à explorer Mars. Si le trajet pour la Lune est estimé à trois jours, celui pour Mars se compte en plusieurs mois. D'où l'intérêt de mieux comprendre les enjeux liés à la physiologie spatiale.** »

**« Nous allons répondre
à des questions scientifiques
pour lesquelles nous n'avions pas
les outils auparavant »**

Mutualiser les équipements d'imagerie

Financé pour 1,7 M€ dans le cadre du Contrat de plan État-Région 2021-2027, le programme de recherche Imax Health vise à renforcer l'offre technologique et la mutualisation d'équipements dédiés à l'imagerie au service de la santé. Le point avec Nicolas Papon et Guillaume Mabileau, respectivement directeur et directeur-adjoint de la SFR Interactions cellulaires et applications thérapeutiques (Icat).

Composé de plusieurs unités de recherche, le pôle Santé angevin ambitionne d'offrir aux acteurs académiques et privés du territoire une solution d'imagerie multimodale permettant un continuum de l'analyse, du petit organisme à l'imagerie moléculaire. En ce sens, le projet Imax Health est adossé à des réseaux d'excellence en santé et des infrastructures nationales de recherche,

ainsi qu'au dispositif RFI (Recherche, Formation, Innovation) ligérien Bioregate qui contribue à la formation dans le domaine de la médecine réparatrice et régénératrice.

Dans le cadre du projet Imax Health, quatre équipements de recherche vont être modifiés ou acquis :

- La jouvence de l'imageur par résonance magnétique (IRM) de la Plateforme de recherche en imagerie et spectroscopie multi-modales (Prism) a été effectuée pour un coût de 760 000 €.
- Pour la Plateforme de radiobiologie et d'imagerie expérimentale (Primex), l'acquisition d'un traceur de type Nanospec/CT va permettre le suivi d'isotopes radioactifs dans le but d'identifier, de détecter et de traiter les tumeurs. Son coût : 550 000 €.
- Le plateau technique Histologie moléculaire Angers (Himola), membre de la société internationale de spectroscopie

au service de la santé

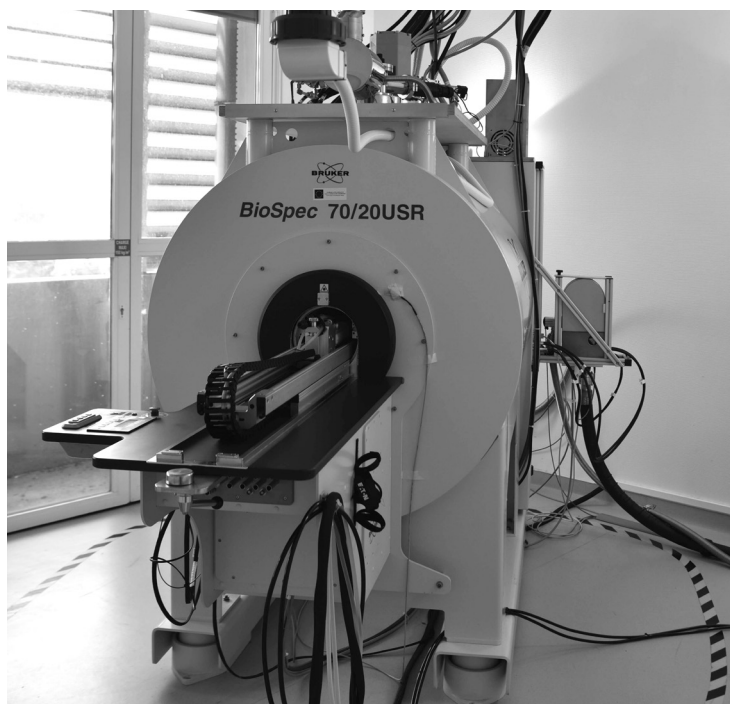
clinique et qui dépend de l'équipe ligérienne *Regenerative Medicine and Skeleton* (RMeS-Regos), héberge depuis 2003 un microscope moyen infrarouge à transformée de Fourier. L'acquisition d'un nouvel équipement rendra possible l'identification, le suivi et la distribution de molécules dans les tissus biologiques. Montant : 250 000 €.

• Enfin, une mise à jour des équipements de 140 000 € a été accordée pour le plateau technique Résonance paramagnétique électronique (PRE puisqu'il ne correspond plus aux standards technologiques. Il permet le suivi d'espèces radicalaires inhérentes au stress oxydatif dans les cellules et tissus biologiques.

Une dimension transversale

« Les quatre équipements assurent une meilleure caractérisation des modèles de pathologies humaines, détaillent Nicolas Papon et Guillaume Mabileau. En clair, nous allons répondre à des questions scientifiques pour lesquelles nous n'avions pas les outils auparavant car nous serons capables de suivre expérimentalement l'évolution d'une maladie, de l'organisme entier à la molécule ».

Ces acquisitions participeront à fédérer les équipes et unités du pôle Santé avec une dimension transversale puisque les pôles du Végétal et des Matériaux de l'UA sont aussi concernés.



400 professionnels
au Séminaire de

généti- clinique

Les participant·es se sont retrouvés
au centre des congrès.



Organisée par
l'Association française
de génétique clinique
et parrainée par
l'Université d'Angers et
le CHU, la 33^e édition
du Séminaire de
génétique clinique
s'est déroulée au
centre des congrès les
2 et 3 février 2023.
Près de 400
généti- cien-
s cliniciens,
biologistes
et neurologues ont fait
le déplacement.

« Le monde de la génétique est petit mais c'est une discipline qui occupe une place de plus en plus importante », assure Christophe Verny, chef du service de neurologie au CHU d'Angers, professeur des universités. Animateur au sein de la filière de santé maladies rares Brainteam, il a participé à l'organisation du 33^e Séminaire de génétique clinique, avec l'unité de recherche Mitovasc et la Fédération française de génétique humaine. Cet événement majeur a été l'occasion pour les participant·es d'échanger sur les questions d'actualité dans l'exercice de la génétique : maladies mitochondriales, génétique et sclérose en plaques (deux thématiques qui ont fait l'objet de conférences), neuropathies, etc. Autre temps fort : la présentation de la « boîte à outils » du neurogénéti- cien.

« On pourrait croire que le test génétique est le seul outil du neurologue, mais il en existe plusieurs maintenant : l'imagerie, l'électroencéphalogramme, les biomarqueurs, ou encore l'électromyogramme, énumère Christophe Verny. Cette boîte à outils a été détaillée par des docteurs et professeurs de différents CHU afin que certains neurologues complètent leurs connaissances. »

En parallèle de ce séminaire, la Société francophone de neurogénéti- que, créée en 2022 et domiciliée au CHU d'Angers, a tenu sa première assemblée générale.

Les mitochondries sensibles à ce que nous mangeons

L'équipe Mitolab de l'unité Mitovasc a conçu un parcours numérique baptisé « Mitofood », sur le rôle des mitochondries dans la santé humaine et l'influence de l'alimentation. Il se présente sous la forme d'interviews de chercheur·es, de quiz et de vidéos explicatives. Les lycéens y trouveront des compléments aux cours de SVT, et le grand public peut y découvrir l'importance de nos mitochondries qui vont produire la chaleur et l'énergie nécessaires à notre corps. Quel rôle joue l'alimentation dans le fonctionnement des mitochondries ? « Cette question revient à imaginer la différence entre une chaudière qui fonctionne au bois, une autre au charbon, au mazout ou à l'hydrogène... Les réponses concernent le rendement, la pollution et la pérennité de la chaudière. Il en est de même pour les

mitochondries : votre choix d'alimentation aura des conséquences sur la fonctionnalité des mitochondries et le maintien de leur efficacité à long terme », explique Guy Lenaers, directeur de l'unité Mitovasc et l'un des intervenants du parcours.

Lauréat en 2021 de l'appel à projets Sciences et Société « Alimentation-Santé », lancé par la Région Pays de la Loire, le parcours Mitofood est diffusé en partenariat avec l'association de culture scientifique Terre des Sciences.

Le parcours Mitofood est disponible à l'adresse suivante :
<https://mitovasc.univ-angers.fr/mitofood>

L'ICOH, ou Commission internationale de santé au travail, en français, compte quelque 2000 membres à travers une centaine de pays. Entre deux congrès mondiaux, organisés tous les 3 ans (le prochain aura lieu au Maroc en 2024), ses membres les plus importants se réunissent en « midterm meeting ». C'est ainsi qu'une cinquantaine de scientifiques se sont retrouvés durant 4 jours au centre

des congrès d'Angers, en mai 2023.

À cette occasion, l'ICOH a demandé au professeur Alexis Descatha, membre de l'équipe angevine de recherche Irset-Ester, praticien hospitalier à la tête du Centre antipoison et de toxicologie du Grand Ouest au CHU d'Angers, de présenter les résultats de son programme de recherche TEC-TOP (*Translational Epidemiological Center for Toxicology,*

Occupational health, and Preparedness). Soutenu par la Région Pays de la Loire, Angers Loire Métropole, l'Université et le CHU d'Angers, le projet TEC-TOP a pour but de donner naissance à un centre de référence national et international en épidémiologie translationnelle dans les domaines de la santé au travail, de la toxicologie, de l'anticipation et de la réponse rapide aux crises sanitaires.

Le sport et la stimulation cognitive pour lutter contre la maladie de Huntington

Quel est l'impact des exercices physiques et cognitifs sur l'évolution de la maladie de Huntington ? Cette question a été au cœur du projet Comon (Cognition, motricité, numérique), qui a associé des acteurs des universités d'Angers et du Mans, en lien avec le réseau SAM de la Comue.



Julien Godard et Coline Chartier, étudiants au Mans et à Angers, sont pleinement intégrés au projet Comon.

Maladie neurodégénérative héréditaire rare du système nerveux, la maladie de Huntington se développe généralement autour de 40-50 ans. Elle a des conséquences motrices (troubles de l'équilibre ou de la marche), cognitives (vitesse de traitement d'une information, gestion de deux tâches simultanées) et psychiatriques (irritabilité, manque de motivation). Plusieurs études ont montré que la stimulation cognitive et la pratique d'activités physiques pouvaient présenter un intérêt face à l'absence de traitements médicaux curatifs.

Fort de ce constat, le projet Comon a été lancé en 2020 et financé à hauteur de 10 000 € par la Communauté d'universités et d'établissements (Comue) Angers-Le Mans. À sa tête, Philippe Allain, directeur du Laboratoire de psychologie des Pays de

la Loire (LPPL) à Angers, et, Sylvain Durand, enseignant-chercheur en physiologie au laboratoire Motricité, interactions et performances (MIP) au Mans.

Interdisciplinarité

Après la constitution d'une équipe spécialisée en neurocognition, en numérique et en Staps (Sciences et techniques des activités physiques et sportives), deux étudiants ont également été recrutés en stage de master : Coline Chartier (en neuropsychologie) à Angers, et Julien Godard (Staps) au Mans. Ces interactions interdisciplinaires ont débouché sur des actions concrètes : développement d'exercices cognitifs et physiques, mise en place d'un outil numérique utilisable depuis l'ordinateur

(en partenariat avec le Laris et le Userlab de l'UA), élaboration d'un protocole d'étude avec un bilan d'évaluation des effets...

« Les pré-tests effectués auprès de sujets sains et âgés ont montré des résultats encourageants, précise Philippe Allain. Les premiers essais cliniques se dérouleront en 2024 et, à terme, ce programme sera utilisable depuis le domicile des patients. »

En attendant, Coline (au LPPL) et Julien (au Laris et au MIP) vont poursuivre leur travail de thèse, financée par les deux universités, le CHU d'Angers et Angers Loire Métropole, qu'ils soutiendront en 2025.



RUBRIQUE

Environnement et végétal

Phénotic 2

un pôle d'ingénierie végétale
unique en Europe

La nouvelle serre est pilotée informatiquement



Une serre, des chambres de culture ultra-connectées... les nouveaux équipements de la plateforme pour le phénotypage haut-débit du campus du Végétal ont été inaugurés le 4 mai 2023. Un investissement de 6 M€ financés par l'État, la Région et Angers Loire métropole qui fait de Phénotic un précurseur au niveau européen.

Créée en 2009, Phénotic est une plateforme d'instrumentation et d'imagerie dédiée au phénotypage, c'est-à-dire à la caractérisation de l'ensemble des traits observables d'une plante, de la semence à l'âge adulte. Les images produites en grand nombre fournissent des données qui peuvent ensuite être rapprochées de l'étude du génome (génomique) : telle plante qui possède tel gène va avoir des feuilles plus grandes, par exemple, être plus résistante à tel type de maladie...

La plateforme repose sur des expertises scientifiques en biologie végétale, pathologie, et en sciences et techniques de l'information et communication issues de l'Université d'Angers, de l'Institut Agro et d'INRAE, les trois établissements tutelles du laboratoire de recherche angevin IRHS.

« Phénotic a été lancée sur cette prescience qu'il y avait toute une richesse à exploiter grâce à l'interdisciplinarité, en mariant la science des plantes et du numérique » a rappelé Christian Robledo, président de l'UA, en rendant hommage à Philippe Simoneau et Jean-Pierre Renou, artisans de cette création.

La plateforme voit aujourd'hui ses capacités renforcées, grâce à l'acquisition

de nouveaux équipements financés par le Fonds européen de développement régional (Feder), Angers Loire Métropole, Inrae et la Région Pays de la Loire dans le cadre du Contrat de plan État Région 2015-2020. Au total, 6 M€ ont été investis pour ce programme Phénotic 2 « qui s'inscrit dans une stratégie d'augmentation de notre production de plantes et de phénotypage en milieux contrôlés », explique Marie-Agnès Jacques, directrice de l'IRHS. **Nous allons mettre l'accent sur la maîtrise des maladies dans un contexte de réduction des intrants ».**

Serre de 1 000 m²

Deux actions principales ont été financées. Une serre de nouvelle génération de 1 000 m², mise au point avec des fabricants locaux, est sortie de terre. « C'est une serre fortement numérisée », résume Rémy Gardet, directeur adjoint de Phénotic. **Grâce à l'informatique, on peut contrôler les conditions de manière fine dans chacun des deux compartiments ».**

À quelques dizaines de mètres de là, dans une serre confinée dédiée à

l'étude des pathogènes, deux chambres de culture ont été équipées de robots spécialement conçus pour la plateforme. « On peut maîtriser la température, l'humidité, la luminosité, avec la possibilité de varier les spectres lumineux », détaille Tristan Boureau, directeur scientifique de Phénotic. Des caméras permettent de suivre l'évolution de maladies ou l'impact de différents facteurs de stress, comme le manque d'eau, autre enjeu contemporain.

Six millions d'investissements

Volet Équipements : 4 millions

- Région Pays de la Loire : 725 000 €
- Angers Loire Métropole : 725 000 €
- Inrae : 950 000 €
- Autres financeurs dont FEDER : 1 600 000 €

Volet Immobilier : 2 millions

- Région Pays de la Loire : 450 000 €
- Angers Loire Métropole : 450 000 €
- Inrae : 300 000 €
- Autres financeurs dont FEDER : 800 000 €



Le phénotypage

prend la clé des champs

L'acquisition de données d'observation sur les végétaux s'est fortement développée en milieu contrôlé.

Ce n'est pas le cas pour le phénotypage en extérieur. Un défi que compte relever

le projet européen Phenet. Il a pour ambition de déployer des outils utilisables dans les champs et les vergers.

À l'interface du Laris et de l'IRHS, David Rousseau pilotera le groupe de travail sur les capteurs, le traitement des données et l'intelligence artificielle.

Le phénotypage consiste à mesurer un ensemble de caractéristiques visibles d'une plante. Taille des fruits, surface du feuillage, impact des maladies sont, entre bien d'autres, passées au crible grâce à des techniques d'imagerie. Ces informations sont précieuses pour comprendre l'expression des gènes de ladite plante dans un environnement donné.

Avec les progrès technologiques, de nombreux outils d'acquisition de données ont été développés. Ils sont essentiellement mis en œuvre en laboratoire ou en serre. Avec Phenet, « on va étendre les services de phénotypage à des questions qui se posent à l'extérieur, dans des champs, des vergers, pour étudier la réponse des plantes aux stress (hydriques, ravageurs, maladies) dans le contexte du bouleversement climatique », explique David Rousseau, professeur de physique, membre du Laboratoire angevin de recherche en ingénierie des systèmes (Laris), et fondateur de l'équipe ImHorPhen au sein de l'Institut de recherche en horticulture et semences (IRHS).

Des robots bardés de capteurs

Financé jusqu'en 2027 par l'Union européenne, le projet Phenet (pour *Tools and methods for extended plant PHENotyping and EnviroTyping services of European Research Infrastructures*) regroupe des infrastructures de recherche spécialisées

dans le phénotypage, l'expérimentation des écosystèmes, les observations à long terme, et la bio-informatique, en France, en Italie, en Allemagne, aux Pays-Bas... Coordonné par l'Inrae, il doit permettre la mise à disposition de services utilisables in situ, et qui font appel à l'intelligence artificielle embarquée.

Concrètement, « on va créer et déployer des systèmes de mesure, résume David Rousseau. Cela inclut des piquets connectés et des phéno-mobiles, c'est-à-dire des robots fixes ou mobiles équipés de capteurs thermiques, infrarouges, couleurs, etc., pour prendre des mesures à la fois sur le développement des plantes et sur leur environnement. Le tout dans un contexte de conduites culturales agroécologiques, c'est-à-dire qui optimise l'usage des ressources naturelles comme facteur de production en maintenant ses capacités de renouvellement ».

Les chercheurs ne partent pas d'une page blanche. Un précédent programme européen, Invite, « a permis de poser les bases. On a développé des prototypes. Avec Phenet, il va s'agir de produire des systèmes pleinement opérationnels ». Le développement se fera en lien avec des entreprises du secteur, notamment Hiphen, née des travaux de l'Inrae.

Miser sur le microbiote des graines

pour la santé des plantes

Marie Simonin a rejoint IRHS en 2019.



Comme sur notre peau, un microbiote composé de micro-organismes (bactéries, virus, protistes et autres champignons non pathogènes) vit à la surface des plantes, de ses feuilles, de ses fleurs ou de ses graines. Ce tout petit monde intéresse particulièrement Marie Simonin.

Durant sa thèse à Lyon, la Sarthoise a étudié les conséquences des polluants sur le microbiote du sol, puis, aux États-Unis, l'impact des activités humaines sur la biodiversité microbienne. À Montpellier, elle a questionné le rapport entre pratiques agricoles et microbiote des plantes. Arrivée à Angers en 2019, comme chargée de recherche Inrae, elle a intégré l'unité IRHS (Institut de recherche en horticulture et semences) et son équipe EmerSys, spécialiste des bactéries associées aux plantes, et en particulier du microbiote des graines.

Grande expérience

Cet univers infiniment petit conserve sa part d'ombre. « Actuellement, on a décrit le microbiote des graines, mais on ignore d'où il vient, explique Marie Simonin. Quelle part est transmise par la plante mère ? Quelle proportion est issue de l'environnement ? »

Apporter une réponse à ces questions constituera le premier axe du programme Inherseed que l'Agence nationale de la recherche (ANR) a accepté de soutenir en novembre dernier (360 000 € sur 4 ans).

Pour ce faire, une première expérimentation d'ampleur va être lancée en septembre 2024. Cinquante espèces de plantes cultivées et ornementales annuelles (carottes, haricots, pétunias, blé...) vont être observées durant une année, dans l'environnement contrôlé de la nouvelle serre Phénoc 2 (lire en page 22). « On va partir de la graine et caractériser son microbiote. Puis, semer, et étudier le microbiote de la plante en croissance et des graines qu'elles vont produire. En parallèle, nous caractériserons le microbiote de l'environnement (sol, air, pollinisateurs), afin de déterminer quelle fraction du microbiote de la graine est transmise depuis la plante mère ou de l'environnement qui l'entoure ».

L'envergure du projet nécessite des moyens. À compter de mai 2024, un technicien va être spécialement embauché pour 18 mois pour la production végétale dans Phénoc 2. Le second objectif d'Inherseed est de faire progresser les connaissances sur le rôle des divers micro-organismes des graines. « Nous allons pouvoir voir s'il y a transmission de génération en génération, et en quoi, tel ou tel micro-organisme est important pour le développement ou la santé des plantes via l'inoculation de microbiote synthétique sur les graines. Aux quatre coins du monde, quel que soit le climat et les espèces végétales, notre équipe a observé que certaines bactéries et champignons étaient toujours présentes dans les graines. Ces observations nous

Soutenu par l'ANR, le projet Inherseed vise à identifier les micro-organismes présents sur les graines favorisant le développement et la bonne santé des plantes de culture et ornementales. Les résultats pourraient permettre de diminuer l'usage de pesticides.

laissent penser qu'ils doivent jouer un rôle clé pour la santé de la plante », résume celle qui recevra l'appui d'un post-doctorant.

Questionner les conditions de production

Ces travaux s'inscrivent dans la lignée du programme Sucseed, qui vise notamment à mettre fin à l'utilisation des pesticides sur les semences et proposer des solutions alternatives. « Les résultats de nos recherches pourraient questionner les conditions de production des semences, confirme Marie Simonin. Aujourd'hui, pour des questions de qualité sanitaire et d'exportation, on nettoie ou stérilise au maximum les graines en agriculture. Mais, en faisant cela, ne se prive-t-on pas d'un grand nombre de micro-organismes des graines qui sont favorables au développement et à la santé des plantes ? » L'effet de la stérilisation pourrait être compensé, en inoculant, avant l'utilisation des graines, les micro-organismes d'intérêt, et produire ainsi des plantes plus résistantes (nécessitant donc moins de traitements). Reste à savoir quels sont ces micro-organismes importants dans le microbiote. C'est l'ambition d'Inherseed.

Des drones

pour compter les ragondins

Une collaboration scientifique originale est engagée entre le laboratoire BiodivAG, la Fédération départementale des groupements de défense contre les organismes nuisibles (FDGDON) et l'Établissement public territorial du bassin (EPTB) de la Sèvre nantaise sur la gestion des rongeurs aquatiques envahissants. Dans ce cadre, une expérimentation a été réalisée sur l'utilisation de drones pour estimer la population de ragondins.

La Sèvre nantaise est une rivière longue de 141 km qui s'étire des Deux-Sèvres jusqu'au sud de Nantes. Chaque année, plus de 15 000 ragondins sont capturés sur ce bassin afin de limiter la prolifération de cette espèce. Un exercice nécessaire car, aux côtés du rat musqué, ils occasionnent des dégâts sur les ouvrages et les berges. Ils sont aussi porteurs de maladies infectieuses transmissibles à l'homme et au bétail, et dégradent les écosystèmes en impactant la flore et la faune locales.

La collaboration entre le laboratoire BiodivAG, la FDGDON et l'EPTB de la Sèvre nantaise doit permettre l'accompagnement de ces différents acteurs sur les problématiques de gestion de la biodiversité. « **Personne ne connaît l'abondance de ces rongeurs envahissants,**

souligne Olivier Pays-Volard, directeur du laboratoire BiodivAG. **Ici, nous ne participons pas aux campagnes de capture. Notre aide consiste à apporter des données robustes sur les populations locales et leurs impacts sur les écosystèmes** ».

Une méthode innovante a été utilisée afin d'améliorer la connaissance des rongeurs sur le territoire. « **Le drone offre la possibilité de les repérer facilement, d'échantillonner rapidement des surfaces importantes, et dans des habitats difficiles d'accès, et de transférer la méthode sur l'ensemble du territoire** », ajoute Olivier Pays-Volard.

Protocoles

En décembre 2022, les protagonistes se sont retrouvés dans la commune de Montfaucon-Montigné, à l'ouest de Cholet, pour effectuer des premiers vols du drone à 60 mètres au-dessus de la Moine, un affluent de la Sèvre, sur une zone particulièrement colonisée par les rongeurs. Équipé d'une caméra thermique, l'engin permet de repérer rapidement la présence d'un animal.

Un étudiant en 2^e année de master Biodiversité, écologie et évolution a réalisé un stage afin de contribuer à la standardisation des protocoles de capture et de comprendre, in fine, le lien entre succès de capture et dynamique des populations. « **Ces données récoltées permettront de développer une approche entre scientifiques et gestionnaires afin de promouvoir des stratégies de gestion efficiente d'espèces exotiques envahissantes** », conclut le directeur du laboratoire.

Le ragondin menace les ouvrages et berges des cours d'eau du bassin de la Sèvre.





RUBRIQUE

Matériaux

Almat

« Un bond
de 20 ans en avant »

Financé dans le cadre du Contrat de plan État-Région (CPER 2021-2027), le projet Almat (Angers Le Mans matériaux) s'inscrit dans le cadre du rapprochement entre les deux universités et s'appuie sur leurs thématiques d'excellence : la conception et la caractérisation de matériaux moléculaires ou polymère. Explications avec **Éric Levillain**, directeur de la SFR Matrix à l'Université d'Angers.

Les financeurs

Le projet Almat est financé par l'État (340 000 €), la Région Pays de la Loire (340 000 €), Angers Loire métropole (340 000 €) et le Fonds européen de développement régional (680 000 €).

Après la création d'une communauté d'universités (Comue) expérimentale en 2021, le rapprochement entre les établissements d'Angers et du Mans se concrétise également par la participation à un projet de recherche commun : Almat 1 à Angers et Almat 2 au Mans, axé sur la conception, la caractérisation et le devenir des matériaux moléculaires et macromoléculaires en lien avec les défis sociétaux actuels (énergie, santé, environnement).

Le projet Almat 1, mené en collaboration avec les laboratoires du pôle matériaux Moltech-Anjou et Lphia, vise à renforcer la visibilité des acteurs ligériens dans le domaine des matériaux moléculaires pour l'électronique organique, l'énergie et la photonique en cohérence avec le projet Lumomat (Lumière, molécule, matériaux), labellisé École universitaire de recherche (EUR) en 2019.

L'un des objectifs est de conforter les interactions entre les chimistes et les physiciens angevins afin de gagner en compétences dans les domaines liés à la caractérisation d'espèces transitoires à temps de vie extrêmement courts,

la nano-caractérisation, la nano-transformation, la nano-structuration sans contact de matériaux, et la photonique non-linéaire intégrée. Des équipements ont ainsi été acquis ou renouvelés grâce au financement de 2 M€ du projet Almat 1 dans le cadre du CPER 2021-2027. « **Pour les chercheurs en physique l'acquisition de chaînes lasers à impulsions femtosecondes (1 femtoseconde étant égale à 1/1 000 000 000 000 000 seconde) ouvre la voie à la réalisation d'une gamme étendue d'expériences pompe-sonde couvrant diverses plages de longueurs d'onde, détaille Éric Levillain. En particulier, une expérience portant sur l'absorption transitoire sera entreprise, bénéficiant d'une résolution temporelle atteignant le sub-picoseconde. D'autres investigations dans le domaine de l'optique non linéaire intégrée exigeant des impulsions ultra-courtes et hautement énergétiques sont également envisagées, notamment pour la réalisation de sources de lumières blanches hautement cohérentes.** »

Explorer les interactions moléculaires

Pour la recherche en chimie, le programme Almat 1 représente une opportunité essentielle pour le renouvellement des équipements de caractérisation désormais obsolètes, particulièrement en diffraction des rayons X et spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN). Ainsi, l'installation en mars 2023 d'un aimant de 500 MHz a marqué l'achèvement de la modernisation d'un des deux spectromètres RMN au sein du laboratoire Moltech-Anjou. Cette mise à jour avait été amorcée lors du précédent CPER.

La RMN demeure une technique analytique fondamentale en chimie et en biochimie, permettant l'exploration de la structure, de la dynamique et des interactions moléculaires. « **Au cours des années à venir, d'autres équipements seront acquis dans le but d'accroître notre expertise et d'améliorer notre efficacité. Cela représente un bond technologique de 20 ans en avant !** »

L'aimant de 500 mégahertz d'un spectromètre de résonance magnétique nucléaire a été acquis début 2023.



Bourse ERC

Antoine Goujon lauréat

Récompensé du prix Marc-Julia en avril, Antoine Goujon, enseignant-chercheur à Moltech-Anjou, a décroché, durant l'été 2023, une prestigieuse bourse du Conseil européen de la recherche (ERC) pour son projet PhotoFreeze.



Antoine Goujon a décroché une bourse européenne de 1,5 M€.

Chaque année, l'European Research Council (ERC) finance des projets de recherche dans le cadre d'Horizon Europe dans trois catégories : *Starting* (entre 2 et 7 ans après la thèse), *Consolidator* (entre 8 et 12 ans) et *Advanced* (chercheur-es confirmés-es). Pour la première catégorie, près de 2700 chercheur-es en Europe ont candidaté, pour seulement 400 lauréat-es cette année, dont Antoine Goujon, maître de conférences à l'Université d'Angers depuis septembre 2019.

Distingué Étoiles montantes par la Région Pays de la Loire en 2021, dispositif qui accompagne, entre autres, de jeunes chercheur-es vers l'ERC, il va bénéficier d'une bourse de 1,5 M€ sur 5 ans. « À ce stade de ma carrière, c'est le plus gros financement possible à obtenir. Seulement 13 chimistes en Europe l'ont décroché, dont 2 Français », note l'intéressé.

« Il est très rare qu'un-e chercheur-e à l'UA décroche une bourse ERC, confirme Philippe Simoneau, vice-président Recherche. Une grande majorité des lauréats français sont des chercheur-es des organismes nationaux de recherche (CNRS, Inrae...) et la plupart des enseignant-es-chercheur-es titulaires d'une bourse ERC sont en poste dans des universités de taille supérieure.

C'est une visibilité importante pour notre établissement, qui est reconnu dans le domaine de la chimie organique, et pour Antoine qui va nouer des collaborations dans le monde entier. »

Des collaborations internationales

Dans le cadre du projet PhotoFreeze, Antoine Goujon et son équipe vont s'intéresser à la synthèse de molécules conjuguées par une méthodologie covalente dynamique verrouillée par la lumière.

« En clair, nous utilisons de la lumière pour contrôler l'environnement propice à la fabrication d'une grande diversité de molécules complexes plus rapidement, avec des fonctions très différentes. Nous utilisons des liaisons dynamiques qui permettent à un mélange de composés de s'organiser spontanément en une cible complexe. Dans un second temps, la lumière permet de verrouiller ces liaisons dynamiques de manière irréversible et d'isoler et étudier notre cible ainsi obtenue en une seule étape. Cette stratégie combine les avantages d'une synthèse classique avec des liaisons très robustes traditionnellement réalisée étape par étape, et de la chimie covalente dynamique qui permet d'auto-assembler de grands objets complexes en une réaction. »

Les propriétés optiques et électroniques des molécules seront ensuite étudiées grâce aux compétences développées dans ce domaine au sein de Moltech-Anjou et aux futures collaborations menées dans des laboratoires internationaux. À terme, l'ambition est de synthétiser une nouvelle génération de semi-conducteurs organiques de type-n, pour des applications en électronique organique (diode électroluminescente, transistors). « Ces dérivés pauvres en électrons sont sous-représentés, ce qui freine le développement de l'électronique organique. La méthodologie développée dans le cadre de ce projet devrait permettre d'obtenir rapidement un large éventail de nouvelles molécules de type-n aux structures et propriétés impossibles à atteindre autrement ».

Le projet PhotoFreeze, qui a débuté en janvier 2024, s'appuie sur plusieurs recrutements (un-e technicien-ne et un-e enseignant-e-chercheur-e sur toute la durée du projet, en plus de trois doctorant-es, et trois contrats postdoctoraux sur les 5 ans). Le financement obtenu permettra également l'achat de matériels.

**« Une des applications possibles
serait, par exemple, de créer
des surfaces tellement rugueuses
à l'échelle du nanomètre
que les insectes ne pourraient
pas s'y accrocher »**

Ces matériaux

qui changent
de propriété
sous l'effet du laser

Régis Barillé se sert de lasers.



Depuis le 1^{er} novembre 2023 et pour 3 ans, Régis Barillé coordonne le programme Astamo, financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR). Objectif : pousser les connaissances sur les azobenzènes et tirer profit de ses composés sensibles à la lumière pour inventer de nouveaux matériaux.

Azobenzène. Sauf si vous êtes de la partie, vous n'avez certainement jamais entendu parler de ce composé organique aux propriétés particulières. « C'est une molécule qui est allongée, mais qui va se plier en présence d'un photon », révèle Régis Barillé, professeur de physique à l'IUT et chercheur au sein du laboratoire de chimie Moltech-Anjou.

Pliée, dépliée, pliée, dépliée... Comme un ver de terre, la molécule est capable de mouvements lorsqu'elle est éclairée. « Si on l'attache à la chaîne d'un polymère, elle va un peu agir comme un tracteur et déplacer le polymère », complète celui qui étudie les azobenzènes depuis les années 2010.

En présence de lumière naturelle (dite « incohérente »), les molécules vont bouger de manière désordonnée. Au contraire, elles se déplacent toutes de la même façon lorsqu'elles se trouvent exposées à une lumière cohérente, comme celle d'un laser. Plus surprenant : les molécules éclairées

par le laser sont capables de distribuer l'information reçue à celles situées dans leur voisinage. « C'est une communication de proche en proche. On parle "d'apprentissage statistique" ou de "molecular learning". C'est-à-dire que le groupe de molécules qui va recevoir de l'information va la redistribuer aux molécules environnantes qui ont reçu de la lumière incohérente, et leur indiquer le sens de déplacement. Un peu comme des sergents qui recevraient un ordre et le transmettraient à leurs soldats ».

Propagation

Le principe a été validé pour de très petites surfaces. Dans le cadre du projet Astamo (Auto-organisation de films minces par apprentissage statistique moléculaire), débuté en novembre 2023 pour 3 ans, « nous voulons voir comment étendre cela à de plus grandes surfaces ». Des tests vont être menés en variant les longueurs d'onde et la polarisation du laser sur des matériaux préparés par les chimistes de l'unité LCNT, à Caen.

Autre série d'expériences : impacter une surface à plusieurs endroits, et observer « comment chacun des foyers se propagent et peut-être convergent, à l'image des mécanismes des feux de forêts », explique celui qui a rejoint l'UA en 1994.

Le procédé, s'il est validé, pourrait permettre de changer la texture de matériaux de manière pérenne. « Une des applications possibles serait, par exemple, de créer des surfaces tellement rugueuses à l'échelle du nanomètre que les insectes ne pourraient pas s'y accrocher, avance Régis Barillé. On pourrait alors imaginer des applications dans le végétal, des bagues à mettre au pied des plantes qui empêcheraient les rampants de remonter vers les feuilles ».

Une nouvelle molécule

pour éliminer les cellules
cancéreuses grâce à la lumière

Des scientifiques du CNRS, de l'ENS de Lyon, de l'Université d'Angers et de l'Université Claude Bernard Lyon 1, avec la participation d'institutions suédoises et sud-coréennes, ont mis au point une nouvelle molécule capable de s'accumuler spécifiquement dans les cellules cancéreuses, et de devenir toxique au contact de la lumière. En laboratoire, elle s'est montrée plus efficace que les traitements actuels de ce type, même utilisée à des concentrations beaucoup plus faibles. Ces résultats sont parus le 16 mai 2023 dans la revue *Nucleic Acids Research*.

Utilisées principalement dans le traitement de certains cancers, les thérapies photodynamiques sont des traitements peu invasifs. Elles reposent sur l'utilisation de photosensibilisateurs, des molécules capables de s'exciter au contact de la lumière et de transmettre leur énergie au dioxygène contenu dans les cellules ciblées, le rendant toxique et provoquant la mort de ces dernières.

À travers une collaboration interdisciplinaire et internationale, des scientifiques du Laboratoire de chimie de Lyon, du *Building Blocks for Future Electronics Laboratory* en Corée du Sud, du laboratoire Moltech-Anjou (CNRS/Université d'Angers) et leurs collègues sud-coréens ont conçu un nouveau photosensibilisateur, appelé DBI. Cette molécule s'est révélée beaucoup plus efficace que les photosensibilisateurs employés dans les traitements actuels, permettant d'envisager une utilisation à des doses thérapeutiques 10 à 100 fois plus faibles. L'emploi du DBI pourrait ainsi minimiser les possibles effets indésirables sur les tissus sains.

Cette efficacité a été caractérisée et testée in vitro sur des cellules humaines et in vivo sur des embryons de poissons zèbres par leurs collègues suédois.

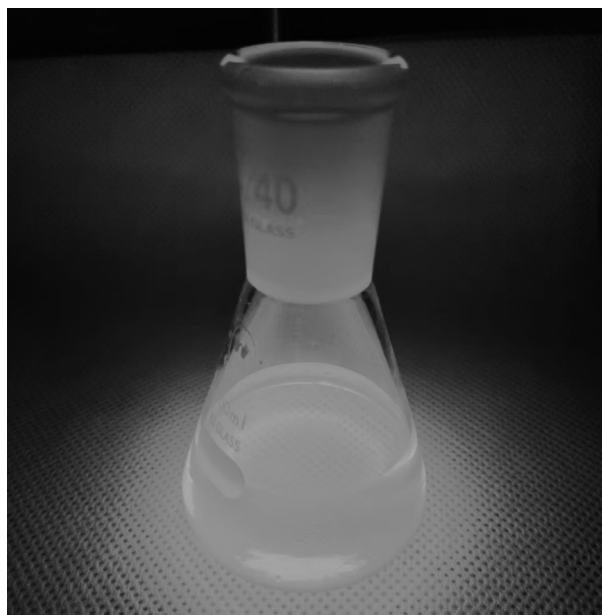
À partir d'un colorant industriel

Le DBI a été élaboré à partir d'un colorant initialement utilisé par l'industrie textile et produit annuellement à l'échelle de plusieurs tonnes. En modifiant chimiquement sa structure, l'une des spécialités de Clément Cabanetos, membre de Moltech-Anjou, les scientifiques lui ont conféré de nouvelles propriétés photosensibilisatrices.

Par ailleurs, le DBI a également acquis, de par sa structure, la capacité d'interagir avec l'ADN contenu dans les exosomes, des composants sur-exprimés dans les cellules cancéreuses. Le photosensibilisateur s'accumule ainsi préférentiellement dans ces compartiments cellulaires clés des cellules cancéreuses, où le stress oxydatif généré par exposition à la lumière conduit à la dégradation de l'ADN et, in fine, à la mort de la cellule.

Des études complémentaires sont en cours afin de déterminer si cette molécule pourra faire l'objet d'une utilisation clinique.

Le composé de la nouvelle étude est dérivé d'un colorant industriel. À la lumière du jour, il est jaune, mais sous ultra-violet, il apparaît vert : c'est la photoluminescence.



Protéger la Méditerranée...

depuis Angers

Professeur à la Faculté des sciences, Maxime Pontié et son équipe du Groupe analyses et procédés (GA&P) sont au chevet de la mer Méditerranée sur la question de la pollution des eaux.



L'impact des eaux usées en Méditerranée sera surveillé.

Le programme de recherche et d'innovation Imermaid (*Innovative Solution for Mediterranean Ecosystem Remediation via Monitoring and Decontamination from Chemical Pollution*), issu du dispositif Horizon Europe, a débuté le 1^{er} juin 2023, avec l'implication de 26 partenaires (des entreprises, chercheurs-es, professionnel·les de l'innovation).

Financé par l'Union européenne à hauteur de 8 M€, le projet vise à protéger le bassin de la mer Méditerranée de la contamination chimique issue des eaux usées, en proposant des analyses sur site via des capteurs électrochimiques développés à Angers, puis couplés à des procédés de traitement des eaux innovants.

Plus de 150 millions de personnes habitent le long de ce littoral, et de nombreuses entreprises sont également implantées. Pour autant, les systèmes de traitement des eaux usées ne sont pas systématiquement mis en place de manière optimale, voire sont inexistantes, ce qui engendre l'apparition, entre autres, de Contaminants

préoccupants émergents (Cope) présents dans l'eau de mer.

« Notre but est de réduire l'utilisation, les émissions et la pollution de ces Cope avec de nouvelles générations de capteurs à déployer et des solutions innovantes de prévention, de surveillance, et de remédiation, annonce Maxime Pontié. À terme, le souhait est de lutter contre la dispersion de ces polluants chimiques en les traitant à la source. Il s'agira également de faire renforcer la réglementation européenne pour contraindre les pollueurs à mieux traiter les eaux usées dont l'émissaire est la mer Méditerranée. »

Un premier prototype pour fin 2024

Au sein de la Faculté des sciences, l'équipe du GA&P travaille depuis plus de quinze années sur des capteurs électrochimiques dédiés à l'analyse et à la mesure de nombreux micropolluants organiques (pesticides, résidus médicamenteux, colorants) présents dans les eaux naturelles polluées. « Pour le projet IMERMAID, nous allons donc adapter notre savoir-faire à la réalité du terrain afin de proposer une plateforme innovante de surveillance des

milieux aquatiques en mer Méditerranée avec une solution multi-capteurs en cours de développement », précise Maxime Pontié.

Un premier prototype composé de plusieurs capteurs sera installé à partir de décembre 2024 en Tunisie. D'autres viendront ensuite pour des tests à Chypre et en Crète. Ils identifieront les molécules polluantes dans la Méditerranée et des eaux industrielles, grâce, notamment, à des capteurs à empreintes moléculaires. Ces prototypes seront ensuite mis en œuvre pour assister les essais de remédiation via la mise en œuvre de procédés innovants de dépollution des eaux, développés par les autres partenaires (photo-dégradation, procédé plasma, adsorption).

« Des perspectives d'applications locales pourront être également étudiées eu égard au plan de réhabilitation des eaux en Pays de la Loire, conclut Maxime Pontié. De manière plus large, ce projet devrait aider l'Université d'Angers à apporter des solutions à une meilleure gestion des eaux côtières. »

Vous pouvez suivre les actualités du projet Imermaid sur X : @imermaid_eu



RUBRIQUE

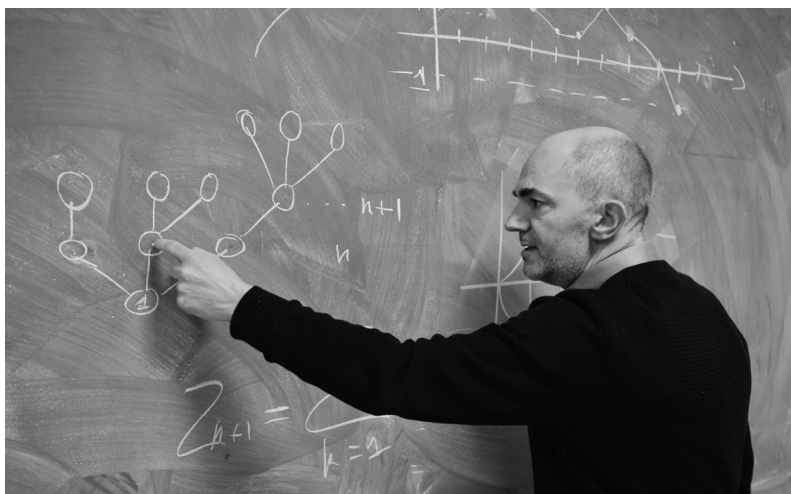
MathStic

Vers de nouvelles connaissances

en mathématiques

Deux projets pilotés par des enseignants-chercheurs du Laboratoire angevin de recherche en mathématiques (Larema) viennent de recevoir le soutien de l'Agence nationale de la recherche (ANR).

Loïc Chaumont pilote le projet Rawabbranch.



NewMirage

Maître de conférences en mathématiques, Jean-Baptiste Campesato coordonne le projet NewMirage (*New Methods in Real Algebraic Geometry*). La géométrie algébrique est un domaine ancien des mathématiques qui s'intéresse, entre autres, à des objets géométriques (courbes, surfaces) définis par des équations polynomiales, c'est-à-dire des fonctions élémentaires qui se construisent seulement avec l'addition et la multiplication.

Selon Jean-Baptiste Campesato, la géométrie algébrique réelle se différencie de la géométrie algébrique complexe puisque l'algèbre ne reflète plus aussi bien la géométrie. « **C'est un sujet à l'intersection de plusieurs branches des mathématiques : de l'analyse à l'algèbre en passant par la topologie et la logique mathématique** », confirme l'enseignant-chercheur de 34 ans qui a soutenu sa thèse à Nice en 2015.

Après plusieurs expériences postdoctorales, au Japon et au Canada, notamment, il rejoint l'UA en 2021 et intègre, l'année suivante, l'académie Pulsar qui regroupe les talents prometteurs de la Région

Pays de la Loire. Jean-Baptiste Campesato porte aujourd'hui le projet NewMirage. Ce dernier a débuté le 1^{er} octobre 2023 et prendra fin en 2028. Financé à hauteur de 194 000 € par l'ANR, il vise à développer de nouvelles connaissances sur les fonctions rationnelles continues et à étudier une version réelle de la fibre de Milnor.

Rawabbranch

Le second projet, lancé le 1^{er} janvier 2024, concerne les probabilités, autre spécialité du Larema. Piloté par le professeur Loïc Chaumont et soutenu par l'ANR et la Région (360 000 € au total sur 4 ans), il entend faire progresser les connaissances sur l'arbre de Bienaymé-Galton-Watson. Imaginons un être vivant ou une particule physique qui évolue sur une échelle discrète, c'est-à-dire une sorte d'arbre généalogique qui peut représenter les générations successives. À la première génération, cet objet peut se diviser en un certain nombre d'objets identiques selon une loi de probabilité. Les objets ainsi apparus à la seconde génération peuvent à leur tour se diviser indépendamment les uns des autres selon la même loi

de probabilité. Le même processus se reproduisant à chaque génération, il en résulte un arbre aléatoire qui soulève de multiples questions naturelles telles que la probabilité d'extinction ou la loi du nombre d'objets à chaque génération.

Cet arbre est celui de Bienaymé-Galton-Watson. Il est l'objet fondamental de la théorie du branchement en probabilités et demeure un des outils essentiels dans ce domaine ainsi qu'en physique des particules. Il se trouve aussi au cœur du projet Rawabbranch, mené avec le soutien des Universités de Tours et Bretagne Sud (Lorient et Vannes).

« **Cette théorie du branchement a fait beaucoup de chemin depuis un siècle et demi, mais d'autres questions restent encore d'actualité pour des objets mathématiques beaucoup plus complexes**, précise Loïc Chaumont qui bénéficiera de l'appui d'un doctorant et d'un postdoctorant. **Notre but est d'étudier les propriétés de ces arbres au moyen de leur codage par marches aléatoires, qui sont des suites variables. Ils sont aussi d'un grand intérêt pour les mathématiques fondamentales et leur étude permettra d'obtenir des résultats théoriques nouveaux tout en gardant les applications en ligne de mire** ».

Des algorithmes pour faire émerger de nouveaux algorithmes



Olivier Goudet mène plusieurs projets en parallèle.

Depuis une vingtaine d'années, le Laboratoire d'étude et de recherche en informatique d'Angers (Leria) s'est fait une spécialité de la résolution des problèmes d'optimisation combinatoire. Autrement dit : comment trouver la meilleure solution, parmi un grand ensemble de possibilités, à un problème aux multiples facteurs ? Configurer un algorithme pour cette mission n'a rien d'une sinécure tant les paramètres peuvent être complexes et mouvants.

« **Le meilleur pour résoudre le problème** »

Pour relever ce défi, Olivier Goudet a décidé d'explorer les possibilités offertes par l'intelligence artificielle, et plus particulièrement le *machine learning*. Depuis plus d'un an et jusqu'à la fin de l'année 2024, le maître de conférences en informatique, arrivé en 2018 à l'UA après un postdoctorat au Centre Inria de Saclay, pilote le projet DeepMeta, soutenu par la Région des Pays de la Loire, dans le cadre du dispositif Étoiles Montantes. Il vise à utiliser des réseaux de neurones et des méthodes d'apprentissage par renforcement pour proposer de nouvelles architectures d'algorithmes et résoudre des problèmes difficiles.

Son nouveau projet, retenu à l'automne 2023, par l'Agence nationale de la recherche (ANR) s'inscrit dans cette lignée. D'une durée de 4 ans, Combo (Apprentissage de distributions de Boltzmann pour l'optimisation combinatoire) va pousser plus loin la réflexion sur les algorithmes. « **Selon le type de problèmes combinatoires, ce ne sont pas toujours les mêmes algorithmes qui fonctionnent le mieux.** », explique le chercheur de 38 ans. **En s'appuyant sur les techniques qui ont fait leurs preuves en machine learning, on va rechercher, dans la classe des algorithmes possibles, et, en fonction des cas, le meilleur pour résoudre le problème.** »

Intelligence artificielle

Olivier Goudet ne va pas se contenter des algorithmes existants. Il compte sur l'intelligence artificielle pour faire émerger de nouveaux algorithmes pertinents afin de répondre aux spécificités d'un problème. Soutenus à hauteur de 400 000 €, ses travaux s'appuieront sur les moyens régionaux du nouveau supercalculateur de Glicid. Ils s'effectueront en partenariat avec le Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (Lisn) de Paris-Saclay, spécialiste des méthodes d'apprentissage, et le Laboratoire d'informatique, signal et image de la Côte d'Opale (Lisic), en pointe dans le domaine de l'analyse des paysages de recherche et l'optimisation combinatoire. Deux thèses devraient voir le jour, l'une sur l'hybridation des méthodes, l'autre sur l'apprentissage de représentations.

Coordinateur d'un nouveau projet ANR, Olivier Goudet applique des techniques de *machine learning* à la résolution de problèmes d'optimisation combinatoire. Un des objectifs de son projet Combo vise à générer, grâce à l'intelligence artificielle, l'algorithme le plus adapté aux spécificités d'un problème.

Pompier

de service

La maintenance de machines dans une usine peut impacter la production : sa planification consiste alors à évaluer le meilleur compromis entre la minimisation des perturbations et la garantie de performances fiables au moindre coût. Membre de l'équipe Sûreté de fonctionnement et aide à la décision au Laris, Bruno Castanier a centré son activité de recherche sur l'élaboration et l'optimisation de modèle de décision pour la fiabilité et la maintenance des systèmes sur tout leur cycle de vie. Ces thématiques sont également au cœur du projet de recherche Pompier qu'il pilote pour 4 ans, jusqu'en février 2028.

« **Nous proposons de développer de nouvelles méthodes d'aide à la décision pour une meilleure intégration des enjeux de la maintenance dans un contexte de production industrielle**, détaille Bruno Castanier. **À terme, notre ambition est de contribuer significativement dans le domaine de la décision avec l'introduction de nouveaux concepts en maintenance**

dite prescriptive. Ceci va nous amener à développer de nouveaux modèles mathématiques ainsi que de nouveaux algorithmes d'optimisation ».

S'inspirer des jumeaux numériques

Afin d'aborder et de modéliser toute la complexité de la gestion d'une chaîne de production, Bruno Castanier compte employer la méthode ASCI (Analyse-spécification-conception-implantation). « **Le modèle visé est ambitieux puisqu'il intègre des connaissances sur la planification tactique de la production, les types d'ateliers de production, les politiques de maintenance envisagées ainsi que les règles de décision opérationnelles qu'elles induisent** ».

Le projet se situe dans la lignée de travaux actuels porteurs basés sur l'usage de nouveaux outils tels que les jumeaux numériques comme outil d'aide à la décision. Ces derniers, à l'image des clones numériques, sont une représentation

Professeur en statistiques appliquées en génie industriel à Polytech Angers, Bruno Castanier coordonne le projet de recherche Pompier (Planification, ordonnancement, et maintenance pour une production intégrée et robuste), financé par l'Agence nationale de la recherche à hauteur de 525 000 €.

virtuelle dynamique d'un produit ou d'un processus. Par exemple, les jumeaux numériques peuvent permettre de simuler différentes conditions de production, de tester des scénarios alternatifs et d'optimiser les processus sans perturber l'activité réelle de l'usine. « **Une dernière originalité réside dans la nature des résultats attendus, à savoir un ensemble de prescriptions pour la construction des futurs jumeaux numériques** ».

La maintenance est un enjeu crucial pour les industries.



Les partenaires

Université catholique de l'Ouest
IMT Atlantique
Université de Lorraine
Clermont Auvergne INP
École centrale de Nantes

Réalité virtuelle :

vers un habitat inclusif 2.0

La réalité virtuelle permet aux personnes autistes de s'approprier un nouvel environnement.



Issu du programme de recherche Participe 3.0, le consortium de recherche Hip Xp associe plusieurs partenaires, collectivités et laboratoires, dont le Laris. Il vise à accroître, via la réalité virtuelle, l'autonomie de jeunes adultes autistes s'appropriant à intégrer un nouvel habitat inclusif partagé.

Les partenaires du projet

La Région Pays de la Loire

L'Université d'Angers : Polytech Angers, Laris

L'Université de Nantes : la Fondation, le Centre de recherche en éducation de Nantes (Cren), le Laboratoire des sciences du numérique de Nantes (LS2N), Polytech Nantes

L'Université du Mans

L'association La Résidence sociale

Le Comité national coordination action handicap (CCAHA)

Ouest industries créatives

Le City design lab de l'École de design Nantes Atlantique

Le Groupement d'intérêt scientifique (Gis) Autisme et troubles du neurodéveloppement

Le Centre de ressources autisme (CRA) Pays de la Loire

Huit adultes autistes, âgés de 19 à 31 ans, projettent d'intégrer prochainement un habitat inclusif situé dans l'agglomération angevine. Pour favoriser leur insertion, l'association La Résidence sociale, basée à Loire-Authion, s'est associée à une équipe de chercheur-es du territoire (voir ci-contre) et une doctorante en sciences de l'éducation.

« Après avoir travaillé avec le Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire et l'Université du Québec sur le développement d'outils destinés à des personnes atteintes d'Alzheimer, le Laris a été sollicité pour son expertise en réalité virtuelle, retrace Paul Richard, membre du laboratoire. Des étudiant-es de Polytech Angers ont été mobilisé-es pour stimuler le développement de compétences liées à l'autonomie et à la sociabilité dans un espace en 3D : c'est une technologie qui rassure et peut s'adapter aux perceptions sensorielles spécifiques de l'autisme ».

Financé par La Résidence sociale, Ouest Industries Créatives, la Fondation de Nantes université et les trois universités ligériennes à hauteur de 450 000 €, le projet Habitat inclusif partagé expérience (Hip Xp) a été mené de 2021 à fin 2023.

De la cuisine au supermarché

Le choix d'utiliser la réalité virtuelle offre un cadre rassurant pour ces adultes, qui ne subissent pas de stimulations extérieures. Il leur permet de s'approprier un nouvel

environnement, de gagner en autonomie et de prendre confiance en soi.

Le Laris a planché sur plusieurs scénarios pour proposer des situations caractéristiques de la vie quotidienne dans la cuisine : choisir son repas dans le réfrigérateur, utiliser le micro-onde sans danger, vider le lave-vaisselle, trier ses déchets... « Dans cette cuisine 3D, un avatar représentant un éducateur spécialisé référent a aussi été personnalisé pour qu'ils puissent demander de l'aide si besoin, souligne Paul Richard, maître de conférences en réalité virtuelle. Les retours des participants étaient positifs lors des premiers essais : ils mémorisent plus facilement les étapes de préparation du repas et s'engagent dans plus d'interaction sociale ».

Un supermarché virtuel est aussi proposé. Il est adapté aux besoins psycho-sensoriels des personnes autistes : peu de clients dans le magasin, des produits ciblés sur leurs appétences au petit-déjeuner, une lumière et une sonorité estompées... L'occasion d'évaluer leur progression au fil des actions, de soutenir leur auto-détermination tout en s'appuyant sur les savoirs des professionnels qui les accompagnent, de mobiliser leurs compétences sociales avec l'aide du Userlab de l'Université d'Angers. Et de prendre leurs repères avant le déménagement.



RUBRIQUE

**Lettres, langues,
sciences humaines
et sociales**

La face sombre de l'adoption internationale

Deux historiens de l'UA, Yves Denéchère et Fabio Macedo, ont publié, en février 2023, une « Étude historique sur les pratiques illicites dans l'adoption internationale en France ». Le document donne à voir la récurrence d'actes graves qui ont entaché les processus d'adoption d'enfants étrangers depuis les années 1960.



Selon l'étude, le nombre d'adoptions est sous-estimé.

Faux orphelins, bébés volés, documents falsifiés... Régulièrement, les médias se sont l'écho de « scandales » de l'adoption internationale, phénomène qui s'est développé en France à partir des années 1960, avant de décliner depuis 2005. Ici, c'est un adulte qui découvre quel a été son véritable parcours avant d'arriver dans l'Hexagone. Là, 15 ans après l'affaire de l'Arche de Zoé, c'est une association aux pratiques douteuses qui est pointée du doigt...

À l'instar de l'Irlande, des Pays-Bas ou de la Suisse qui ont diligenté des enquêtes, la France a lancé en novembre 2022 une mission d'inspection interministérielle (Affaires étrangères, Justice et Affaires sociales) afin de faire la lumière sur les pratiques illicites dans l'adoption des enfants étrangers.

Précurseurs

Avant cela, dès 2021, Yves Denéchère, professeur d'histoire contemporaine à l'UA, spécialiste de ces questions, a proposé à la Mission de l'adoption internationale (MAI), l'autorité française garante de l'adoption internationale, que soit réalisée une étude historique sur cette thématique. Sur la base de son projet scientifique, le ministère de l'Europe et des Affaires étrangères a accepté de financer une mission postdoctorale de 12 mois. Elle a été confiée à Fabio Macedo qui a œuvré durant toute l'année 2022, sous la supervision d'Yves Denéchère.

Le résultat de leurs travaux, menés en totale indépendance, prend la forme d'un document de 150 pages intitulé « Étude historique sur les pratiques illicites dans l'adoption internationale en France ». Outre une revue de la littérature scientifique et une bibliographie des ouvrages et publications parus sur le sujet, le compte-rendu de recherche est constitué d'un guide commenté des sources (archives, sources audiovisuelles, presse) qui permet de documenter les pratiques illicites.

Une quatrième partie propose de nouvelles pistes afin d'explorer des questions en suspens.

« Des signalements récurrents »

Premier enseignement de l'étude : « L'adoption internationale en France a concerné beaucoup plus d'enfants que les statistiques régulièrement avancées, révèle Yves Denéchère. Il faut compter 20 à 25 % de plus. La plupart de ces enfants sont entrés sans visa d'adoption. Et c'est dans ce gap que des zones grises peuvent exister ».

Si « beaucoup d'adoptions se sont faites dans les règles », les archives montrent que « les signalements de pratiques illicites, allant jusqu'à des délits et des crimes, sont très nombreux, récurrents, qu'ils touchent un grand nombre de pays et de nombreux intermédiaires », constate Fabio Macedo.

« Les acteurs de l'adoption internationale, y compris institutionnels, ne pouvaient pas l'ignorer », estime Yves Denéchère.

Les deux chercheurs interrogent « le poids de l'argent, aussi bien dans les pratiques licites qu'illicites, et la mercantilisation qui accompagne l'adoption internationale. Les pays d'origine sont des pays pauvres, des États faillis où règne la corruption. À partir du moment où il y a de l'argent, cela fausse tout. Il se développe un véritable marché, avec des fournisseurs, des intermédiaires... Et quand la demande est très forte, cela crée l'offre. Même quand il n'y a pas beaucoup d'enfants abandonnés, on en trouve ».

Attendue par les acteurs de l'espace de l'adoption (associations, personnes adoptantes, personnes adoptées, ministères, chercheur-es...), l'étude a reçu un fort écho médiatique. Elle est librement consultable en ligne.

Retrouvez l'étude à l'adresse : <https://univ-angers.hal.science/hal-03972497v1>

ESO récompensée

pour son
travail sur les
Atlas sociaux

Unité présente
sur cinq sites de
l'Ouest, dont Angers,
le laboratoire de
géographie sociale
ESO publie des Atlas
sociaux en vue de
partager avec le
grand public les
études menées
sur chacun de ses
territoires.

Pour cette action,
neuf ingénieur-es
d'ESO ont reçu
le prestigieux prix
Cristal collectif
du CNRS.



De gauche à droite : Stéphane Loret, Valérie Debordé, Sébastien Angonnet, Amaud Lepetit, Sigrid Giffon et Stanislas Charpentier. Absentes sur la photo : Laura Pauchard † et Solène Chevalier.

En attendant la mise en place d'un réseau national, voire international d'Atlas sociaux, les neuf ingénieurs d'ESO ont reçu le prix Cristal collectif du CNRS le 14 novembre 2023 à Rennes. « **C'est une récompense honorifique qui permet à notre projet d'avoir une plus grande visibilité au niveau national** », détaille Sigrid Giffon, cartographe de l'équipe angevine.

Des données libres et gratuites

Progressivement mis en ligne depuis fin 2019, les Atlas sociaux urbains numériques d'ESO (Espace et sociétés) sont issus d'un travail collaboratif entre les chercheur-es, les enseignant-es-chercheur-s, les ingénieur-es et personnels d'appui à la recherche du CNRS et de cinq universités : Angers, Caen, Le Mans, Nantes et Rennes. Chaque site travaille sur sa propre problématique : « **de l'agglomération à la métropole** » (Caen), « **au-delà de la ville attractive** » (Nantes), « **le territoire mosaïque** » (Rennes), « **les inégalités territoriales** » (Le Mans), et « **la douceur angevine** », Angers figurant régulièrement dans les palmarès des villes où il fait bon vivre. « **Nous voulons interroger cela, sans a priori, pour confirmer ce phénomène et/ou montrer les angles mort** », expliquent les membres angevins d'ESO.

Disponible depuis janvier 2023, l'Atlas social d'Angers est piloté par trois chercheur-es : Hervé Davodeau, Lionel Guillemot et Hélène Pébarthe-Désiré, respectivement maîtres de conférences à l'Institut Agro Rennes-Angers, à la Faculté de lettres, langues et sciences humaines de l'UA, et à l'Esthua. « **Nous nous inscrivons dans la tradition de production d'atlas sur la région, mais avec des moyens modernes, avec une offre renouvelée de cartographie** », résume Lionel Guillemot, enseignant-chercheur à l'UA, spécialiste de l'aménagement urbain. L'Atlas social d'Angers aborde plusieurs thématiques (aménagement, culture, économie, mobilités, santé, tourisme, etc.). Il se compose de cartes interactives, d'infographies et d'iconographies. « **Nous nous appuyons sur des données libres et gratuites telles que celles disponibles sur**

le site du Département mais aussi sur celles des chercheur-es dans le but d'interroger la dimension spatiale des inégalités et dynamiques sociales », résume Sigrid Giffon.

Des sujets parfois sensibles peuvent être traités, tels que les « groupes invisibles » (les exilé-es, les gens du voyage, les habitants des quartiers) mais aussi plus légers telles que l'offre de guinguettes ou en terrains d'aventure...

Les planches sont mises en ligne dans le cadre de la valorisation numérique de la recherche. « **Nous essayons de ne pas faire de cartes basiques, mais des cartes interactives, sonores, d'intégrer de la vidéo** ». Elles pourront être enrichies de nouvelles contributions d'étudiant-es, de collectivités territoriales, d'associations ou de citoyen-nés.

L'Atlas social d'Angers est disponible à l'adresse : atlas-social-angers.fr

**« Cette recherche vise
à améliorer les pratiques managériales
et à faciliter la transition
vers une société durable »**

Management : l'Europe soutient les recherches de

Svitlana Plotnytska

Svitlana Plotnytska est professeure de management.



La chercheuse ukrainienne, accueillie à Angers depuis le début de la guerre, est l'une des lauréates de l'appel à candidatures MSCA4Ukraine financé par la Commission européenne. Ses travaux visent à comprendre comment mobiliser l'intelligence collective pour développer un numérique soutenable dans les PME.

L'UA en pointe

À la suite du premier appel à candidatures MSCA4Ukraine de la Commission européenne, un soutien a été accordé à 124 chercheuses et chercheurs ukrainiens, dont 13 doctorant-es. Parmi les lauréat-es, 14 sont accueillis dans les établissements français, dont 3 à l'Université d'Angers.

Svitlana Plotnytska est arrivée à Angers en mars 2022, peu après le début de l'offensive russe en Ukraine. Professeure de management à l'université de Kharkiv, elle a bénéficié durant 1 an du programme Pause mis en place par le gouvernement français pour accueillir les scientifiques en exil. Avec ses collègues de l'IAE Angers et l'appui de la cellule Cap Europe, elle a pu élaborer un programme de recherche qui a été retenu dans le cadre de l'appel à candidatures MSCA4Ukraine financé par la Commission européenne (Actions Marie Skłodowska-Curie).

Baptisé « Cidi Step », le programme imaginé par la chercheuse ukrainienne a débuté en juillet 2023, pour une durée de 2 ans. Il a pour objectif de comprendre comment faciliter le processus de transformation numérique durable des PME à travers la mobilisation des différents acteurs de ces entreprises. « Il s'agit d'une étude sur la numérisation durable et l'intelligence collective des PME comme moyen de promouvoir une telle politique », résume la chercheuse. Cette recherche vise à améliorer les pratiques

managériales et à faciliter la transition vers une société durable ».

Collaboration avec la Pologne

Le projet international associe des chercheur-es angevins du Granem, avec le mentorat de la professeure Frédérique Chédotel, spécialiste du management des ressources humaines. Il s'appuie également sur le savoir-faire de l'Université Nicolas Copernic, à Toruń en Pologne, représentée par la professeure Aldona Glińska.

« Nous prévoyons de réaliser une étude empirique à méthodes mixtes pour explorer le processus de transformation numérique des PME, en s'appuyant sur des données françaises mais aussi polonaises, explique Svitlana Plotnytska. Cela nous permettra de comparer des résultats de différents pays de l'Union européenne, et d'identifier des tendances et des modèles ».

L'Institut de droit international

fête ses 150 ans
à Angers

Durant une semaine, du 27 août au 3 septembre, d'éminents spécialistes du droit international se sont retrouvés pour la session anniversaire de l'Institut. Deux résolutions ont été adoptées à l'issue de leurs travaux à la Faculté de droit, d'économie et de gestion.

« **Je vous remercie d'avoir choisi la France pour vos travaux** ». Dans un message enregistré diffusé lors de la cérémonie d'ouverture de la 81^e Session, dimanche 27 août, le président de la République Emmanuel Macron a salué l'apport de l'Institut de droit international (IDI), fondé en 1873. « **L'objectif premier, inscrit dans les statuts de l'Institut, est d'œuvrer au développement du droit international, afin de régler pacifiquement les conflits entre États et défendre les droits humains** », a rappelé dans son discours le Français Alain Pellet, président de l'IDI. À ce titre, l'action de l'Institut lui a valu de recevoir le prix Nobel de la Paix, en 1904. Il n'a depuis cessé ses efforts et jouit aujourd'hui du statut consultatif auprès du Conseil économique et social des Nations Unies, ce qui lui permet de déployer son influence dans les délibérations onusiennes.



Les membres de l'IDI se sont retrouvés le 27 août au Centre des congrès pour la cérémonie d'ouverture.

Deux ministres ont fait le déplacement jusqu'au Centre des congrès, pour saluer les 150 participants de cette Session, la première organisée en présentiel depuis celle de 2019. Ministre de la Justice et Garde des sceaux, Éric Dupond-Moretti a insisté sur la nécessaire communion entre le droit national et le droit international. « **L'État de droit est l'État légitime qui protège contre l'arbitraire et la violence** ».

Ancien maire d'Angers et ministre de la Transition écologique, Christophe Béchu a, quant à lui, souligné l'importance du droit international à l'heure du changement climatique : « **Vous êtes face au chantier du siècle [...] La nature même de ce dérèglement n'a pas de frontières et le droit international devra gérer les tensions qui vont inévitablement en découler** ».

Piraterie

Le lendemain, les membres de l'IDI, universitaires, anciens ministres ou ambassadeurs, représentant une cinquantaine de nationalités, se sont retrouvés à la Faculté de droit, d'économie

et de gestion pour une semaine de travaux. En séances plénières ou en plus petits groupes, ils ont réfléchi, débattu sur des sujets d'actualités qui ont pour vocation d'inspirer la pratique du droit international. Deux résolutions ont été adoptées, l'une sur le problème de la piraterie, la seconde intitulée « **Précédents et jurisprudence dans les procédures contentieuses interétatiques et consultatives** ».

Le mercredi après-midi, les membres de l'Institut ont pu participer à un colloque ouvert au public, initié par le Centre Jean-Bodin. Intitulé « **La boîte à outils de l'internationaliste pour la défense des intérêts communs** », il a permis d'explorer les problématiques des crimes de masse, des sanctions unilatérales, et de l'environnement.

La session 2023, organisée localement par la professeure Alina Miron et les équipes du Centre Jean-Bodin et de la Faculté de droit, s'est achevée le samedi midi. La prochaine aura lieu en 2025, au Maroc, à Rabat.

« **Œuvrer
au développement
du droit international** »

Jean Fougerouse

à la tête de la SFR Confluences

Maître de conférences (HDR) en droit public, il a succédé le 1^{er} janvier à l'économiste Dominique Sagot-Davouroux

Littérature, droit, histoire, économie, géographie... la SFR Confluences regroupe huit laboratoires de lettres, langues, sciences humaines et sociales* autour de cinq thématiques majeures : enfance et jeunesse ; genre et discriminations ; végétal, alimentation et environnement ; tourisme, culture et territoire ; santé et bien-être. « **Nous sommes l'interface entre les laboratoires et les services centraux de l'UA**, rappelle Jean Fougerouse, arrivé à l'UA en 1999. **Notre principale mission est d'accompagner ces unités à candidater aux différents appels à projets. Le rôle de la SFR est aussi de soutenir les doctorant-es, de mettre à disposition des outils de recherche comme le Userlab, et de valoriser les travaux des chercheurs notamment auprès du grand public** ».

Interdisciplinarité

En ce sens, plusieurs événements récurrents sont organisés tout au long de l'année. Par exemple, les ciné-conférences, en partenariat avec le cinéma des 400 Coups, invitent les chercheur-es à débattre d'une thématique contemporaine avec le public après la projection d'un film.

Favoriser l'interdisciplinarité est ainsi au cœur du projet de la SFR. « **L'idée est d'inciter des chercheur-es qui ne sont pas issus-es du même domaine à collaborer sur un projet pour une meilleure approche complémentaire**, détaille celui qui est également directeur-adjoint de la Maison des sciences et de l'homme Ange-Guépin, dont le réseau couvre, outre l'UA, les Universités de Nantes et du Mans. **En creusant un peu plus, je souhaite réfléchir au fondement même de l'interdisciplinarité : que signifie-t-elle vraiment et comment la favoriser ? C'est un enjeu majeur car je pense qu'elle est l'ADN de notre SFR.** »

**Les membres de la SFR sont : Clipsy, Centre Jean-Bodin, Cirpall, 3LAM, ESO, Granem, LPPL et Temos.*

Les parutions récentes

Familles et transmission à l'épreuve de la migration, sous la direction de Claudine Veuillet-Combier (Clipsy), éditions In Press, janvier 2023.

Matomo, l'outil de web analytics libre et éthique, de Ronan Chardonneau (Granem) et Frédéric Forster, éditions ENI, avril 2023.

Vêtements, modes et résistance, sous la direction de François Hourmant et Erwan Sommerer (Centre Jean-Bodin), aux éditions Hermann, juin 2023.

Sunugal, retour au village, de David Lessault (ESO-Angers), Damien Geffroy et Alessandra Alexakis (illustration et couleur), éditions Steinkis, juin 2023

Jean Fougerouse est membre du bureau de la SFR depuis janvier 2022.



**« On compte à peine une
quinzaine de publications
internationales sur cette
question, avec des résultats
contradictaires »**

Le rôle du cervelet

dans les comportements sociaux complexes

L'implication du cervelet dans les fonctions motrices est connue depuis longtemps, celui-ci ayant en charge le contrôle des activités musculaires des mouvements volontaires, ainsi que le contrôle de la posture et de l'équilibre. Son atteinte n'engendre ni paralysie ni anesthésie, mais un ensemble de signes cliniques appelés syndrome cérébelleux moteur gênant la marche, l'équilibre, la réalisation des mouvements rapides et l'articulation de la parole.

Depuis les années 1970, l'intérêt pour les fonctions non motrices du cervelet, qui concentre 60 à 80 % des neurones de l'encéphale, s'est considérablement accru puisque son rôle dans la cognition et la gestion des émotions a été souligné par de nombreux chercheurs et cliniciens. Des travaux, encore très rares aujourd'hui, s'orientent vers l'étude de son rôle dans la régulation des interactions sociales du quotidien : c'est ce que l'on appelle la cognition sociale.

Dans le cadre du projet Socosca, l'équipe du LPPL et celle du département Neurologie du CHU d'Angers vont chercher à mieux caractériser les déficits de cognition sociale observables chez des sujets avec ataxie spinocérébelleuse d'origine génétique (une maladie rare). **« On compte à peine une quinzaine de publications internationales sur cette question, avec des résultats contradictoires, soulève Philippe Allain. Pour savoir s'il existe des liens entre les lésions du cervelet et ses circuits et les troubles socio-cognitifs, nous allons proposer plusieurs tests de cognition sociale et plusieurs examens d'imagerie cérébrale à des sujets ataxiques et des sujets contrôlés. Les données recueillies seront analysées en collaboration avec des experts en traitement de l'information médicale du Laboratoire angevin de recherche en ingénierie des systèmes [Laris] et du Laboratoire de traitement de l'information médicale [Latim] de l'Université de Bretagne Occidentale. »**

—
Directeur du Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire (LPPL) et psychologue spécialisé en neuropsychologie au CHU d'Angers, Philippe Allain est le coordinateur du projet Socosca (Social Cognition Deficits in Spino Cerebellar Ataxia), financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et la Région à hauteur de 480 000 €.

À partir de janvier 2025, 80 sujets ataxiques et 80 sujets contrôlés, âgés de 18 à 65 ans, seront recrutés au sein du centre de référence des maladies neurogénétiques du CHU pour une évaluation de leur cognition sociale.

Émotions

Ils devront reconnaître des émotions exprimées sur des photographies de visages (joie, colère, tristesse, etc.) et par des acteurs filmés, et inférer des pensées et des sentiments aux autres via différents médias (textes, films, etc.). Enfin, des jeux de rôles seront organisés pour explorer la capacité des participants à se sortir de situations sociales problématiques contenant des imprévus.

« Nous espérons ainsi pouvoir mieux caractériser les déficits de cognition sociale observables après des lésions du cervelet et mieux comprendre le rôle de cette structure dans la régulation des comportements sociaux complexes. La démarche permettra aussi de mieux prendre en charge les sujets atteints d'ataxie spinocérébelleuse », conclut le directeur du LPPL.

Philippe Allain étudie les fonctions du cervelet, situé à l'arrière du cerveau, comme le montre l'écran d'ordinateur de gauche. À droite figure un test de perception des émotions dans lequel les participants doivent inférer les émotions jouées par des acteurs.



ours

Directeur de la publication
Christian Roblède,
président de l'Université d'Angers

Comité éditorial
Direction de la recherche, de l'innovation
et des études doctorales UA

Rédaction
Nicolas Calvez et Cédric Paquereau,
Direction de la communication UA

Conception graphique
Lise Pécon,
Direction de la communication UA

Impression
SETIG (49)
ISSN 2800-5333

Typographies
UA Poppins, MMAP, Univ Angers
Faune, Alice Savoie (CNAP)
Infini, Sandrine Nugue (CNAP)
Blogger, Sergiy Tkachenko
Lora, Cyreal
B612, PolarSys, Nicolas Chauveau,
Thomas Paillot, Jonathan Favre-
Lamarine, Jean-Luc Vinot (Airbus)

Photographies
Cédric Paquereau, Kvalifik, Nicolas Calvez,
Héloïse Chochois, David Rousseau, Gzen92,
Clément Cabanetos, Naja Bertolt Jensen,
ThisisEngineering RAEng,
Cécile Lacote-Coquereau, Hanson Lu,
Sébastien Boyer (Université Rennes 2).

Couverture
Goliathus cacicus (Voet, 1779),
illustration parue dans le Dictionnaire
universel d'histoire naturelle Atlas (1849)

