

LE MAGAZINE ANNUEL DE LA RECHERCHE À L'UA

# Efferve*Sciences*

1  
Année 2020





Je suis particulièrement heureux de vous présenter notre nouveau magazine entièrement dédié à la recherche et par conséquent mettant en lumière l'activité et la production scientifique des chercheur-e-s de l'Université d'Angers.

C'est l'occasion de faire découvrir à nos partenaires extérieurs, qu'ils soient institutionnels, académiques ou économiques, la richesse de notre université en matière de recherche. Les chercheur-e-s contribuent, grâce à leur travail aux progrès de l'humanité. Plus que jamais dans ces temps de pandémie, ils nous sont indispensables. Ils participent aussi à l'adaptation nécessaire aux transitions auxquelles notre société est confrontée. Ils font progresser nos modes de vie, notre cadre juridique, et contribuent par leur expertise aux décisions des autorités publiques. La très grande majorité d'entre eux participent également à la formation des générations futures.

Cet éditorial est donc l'occasion pour moi de rappeler les valeurs qui portent notre politique recherche. L'*open science* d'abord. Dans un monde où les réseaux sociaux alimentent les *fake news*, la diffusion libre des publications des chercheur-e-s est essentielle. Ces publications permettent d'éclairer les citoyens. C'est tout l'enjeu aussi de la culture scientifique que nous développons de plus en plus depuis quelques années.

L'Université d'Angers vient d'obtenir de la Commission européenne le label HRS4R (*Human Resources Strategy for Researchers*). Nous faisons désormais partie des quelque 30 universités qui s'engagent dans des process garantissant de meilleures conditions de recrutement et de déroulement de carrières pour nos chercheur-e-s et enseignant-e-s-chercheur-e-s.

Comme le dit souvent le professeur Philippe Simoneau, vice-président Recherche de l'UA, « *cultivons nos talents* » en permettant à nos chercheur-e-s tout au long de leur carrière d'aller jusqu'au bout de leur créativité, de leur imagination et de leur esprit d'innovation ! Merci à eux de contribuer au développement de notre université.

**Christian Roblédo**  
Président de l'Université d'Angers



7

L'UA progresse  
dans les classements  
internationaux

8

Transfert de technologies :  
un Campus d'innovation  
Angers-Le Mans

9

L'UA adhère à  
*The Conversation*

11

RUBRIQUE  
**Santé**

12

Renforcer  
les collaborations  
UA/CHU

13

Ouest Valorisation nouvel  
actionnaire de Gliocure  
-  
Santé au travail :  
vers un centre de référence  
en épidémiologie

15

Troubles cardiaques  
et inflammation chronique :  
deux projets forts  
avec l'Allemagne

16

Ulcère de Buruli :  
de nouvelles pistes pour  
diagnostiquer la maladie

19

RUBRIQUE  
**Environnement  
& végétal**

20

Alternative aux pesticides :  
la recherche angevine  
à la pointe

21

Vers une agriculture  
sans pesticides

23

Jérôme Verdier,  
graine de chercheur

24

À la recherche  
du point faible  
d'*Alternaria brassicicola*

25

Paludisme :  
sus aux moustiques  
résistants !

27

MARI : un premier rapport sur  
les changements climatiques  
en Méditerranée

# sommaire

29

RUBRIQUE  
**Matériaux**

30

Sébastien Goeb  
primé en chimie

31

LumoMat-E, nouvelle  
École universitaire  
de recherche

33

RUBRIQUE  
**MathStic**

34

Une solution pour  
faciliter l'interprétation  
des images numériques

37

Susanna Zimmermann,  
médaille de bronze CNRS  
-  
Laurent Meersseman,  
le lien franco-mexicain

39

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

40

Modélisation  
des paysages :  
Google mise sur l'UA

41

Une locomotive  
pour retrouver  
du travail

42

Un livre qui casse  
les mythes  
accolés au surf

45

«Droit, justice et équité» :  
un nouveau prix  
de thèse

46

FemEnRev :  
les revues féministes  
mises en lumière

47

Histoire :  
Christine Bard  
et Philippe Blaudeau  
membres de l'IUF

48

Des insectes  
dans nos assiettes ?

49

Un espace d'analyse  
des comportements  
ouvrira en 2021



# L'UA progresse

## dans les classements internationaux

En 2020, l'Université d'Angers a conforté sa position dans le classement de Shanghai des meilleures universités du monde. L'UA se classe à la 700<sup>e</sup> place du palmarès du CWUR (contre 708 en 2019 et 728 en 2018).

Elle progresse aussi dans plusieurs catégories du classement thématique GRAS de Shanghai.

Vice-président Recherche de l'UA, Philippe Simoneau se réjouit de cette reconnaissance internationale de la qualité de la recherche angevine.



La recherche en santé progresse dans le classement thématique GRAS de Shanghai.

### Comment analysez-vous les bons résultats obtenus cette année par l'UA ?

**Philippe Simoneau** : Nous avons fait notre entrée en 2019 dans le classement ARWU de Shanghai, et cette année nous y maintenons notre position, entre la 901<sup>e</sup> et la 1000<sup>e</sup> place. C'est très positif : seules 30 universités et écoles françaises figurent dans ce Top 1000. Pour le CWUR, on progresse doucement au niveau mondial, mais beaucoup plus vite au niveau national, puisqu'on devient la 31<sup>e</sup> université française alors que nous étions 40<sup>e</sup> l'an passé.

Pour le GRAS, je me félicite que nous changions de niveau dans le domaine de la santé (*Clinical medicine*). Nous étions classés entre la 401<sup>e</sup> et la 500<sup>e</sup> place en 2019, nous sommes entre la 301<sup>e</sup> et la 400<sup>e</sup> place cette année. On s'améliore aussi dans le domaine du végétal (*Agricultural sciences*), avec une position entre la 201<sup>e</sup> et la 300<sup>e</sup> place (301<sup>e</sup>-400<sup>e</sup> en 2019). Il y a une logique à retrouver des secteurs comme la santé et le végétal qui sont deux de nos lignes de force. Et, pour la première fois, l'UA apparaît dans les classements Biologie et Sciences pharmaceutiques (401<sup>e</sup>-500<sup>e</sup> place).

### Que vous inspirent ces résultats ?

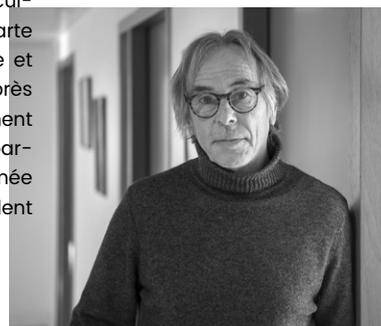
**PS** : Si l'UA est reconnue et souvent citée pour la qualité de sa formation, sa capacité à faire réussir ses étudiant-e-s, on voit à travers ces classements que nous sommes aussi performants en recherche, notamment au niveau national, vue notre taille. Je souhaiterais que les gens en prennent conscience : l'UA, c'est aussi de la recherche de qualité.

Cela dit, je pense que nous pourrions être encore mieux classés. Un certain nombre de publications scientifiques, estimé à 20 %, devraient nous être attribuées et elles ne le sont pas car la signature n'est pas correcte, ne mentionne pas l'Université d'Angers, mais seulement un laboratoire, une faculté... Nous avons adopté fin 2020 une charte de signature des travaux de recherche et menons un travail de sensibilisation auprès de nos collègues afin qu'ils mentionnent de manière claire leur université d'appartenance. C'est une action qui a été menée par d'autres établissements qui semblent aujourd'hui profiter des retombées.

### Quel est l'enjeu de ces classements ?

**PS** : Il est double. Être bien positionné, c'est renforcer l'attractivité de notre université. Dans beaucoup de pays, ces classements ont une importance au moment de choisir un établissement. Et cela se développe en France. Des étudiants, des doctorants, des jeunes chercheurs y compris étrangers peuvent les consulter pour se faire une idée de notre valeur.

L'autre aspect, c'est la visibilité. Grâce à des équipes de recherche reconnues au niveau international, l'UA participe à la visibilité d'une ville et de son territoire.



## Transfert de technologies

# Un Campus d'innovation Angers-Le Mans

Les présidents Christian Roblédo (UA), Vincent Lamande (Ouest Valorisation) et Rachid El Guerjouma (Le Mans Université) lors du comité de lancement du Campus d'innovation Angers-Le Mans



Le Campus d'innovation Angers-Le Mans est la nouvelle interface entre les établissements publics de recherche et la Société d'accélération du transfert de technologies (Satt) Ouest Valorisation.

Au lendemain de l'adoption des statuts de la Comue expérimentale Angers-Le Mans par les conseils d'administration des deux établissements, le président de l'Université d'Angers, Christian Roblédo, et son homologue mançais Rachid El Guerjouma se sont retrouvés dans les locaux de Polytech-Angers, le 20 décembre 2019, pour le lancement du Campus d'innovation Angers-Le Mans. Celui-ci vise « à simplifier les relations entre la Satt Ouest Valorisation et les acteurs académiques du territoire dans la perspective d'améliorer encore le transfert de technologies », a résumé Christian Roblédo. La Satt Ouest Valorisation fait le pont entre la recherche et le monde socio-économique. Comme l'a rappelé son président Vincent Lamande, elle « investit dans la protection des résultats de recherche » (dépôts de brevets), « finance des programmes de maturation », permettant à des innovations d'accéder à un stade préindustriel (prototypes), et « accompagne la négociation des contrats industriels » (licences sur brevet). Et ce, pour 28 établissements des régions Bretagne et Pays de la Loire.

Le dialogue entre la Satt et les acteurs passait jusqu'ici par l'intermédiaire de la Comue Université Bretagne Loire, l'UBL. Celle-ci a été dissoute le 1<sup>er</sup> janvier 2020. Pour poursuivre ses missions d'interface, quatre Campus d'innovation ont été créés à l'échelle territoriale, autour de quatre pôles : Nantes, Rennes, Brest-Vannes-Lorient, et Angers-Le Mans.

### Sept établissements

Le Campus d'innovation Angers-Le Mans compte les deux universités désormais directement actionnaires de la Satt Ouest Valorisation (lire ci-contre), ainsi que cinq partenaires associés : l'ESA, l'Eseo, Agrocampus Ouest, le CHU d'Angers et l'Institut de cancérologie de l'Ouest (ICO). « Ces Campus d'innovation sont aussi là pour créer des synergies entre acteurs et rendre plus visibles leurs activités », a souligné Rachid El Guerjouma, président de Le Mans Université. Actuellement, les différents partenaires du Campus d'innovation Angers-Le Mans comptabilisent 112 brevets actifs, dont 65 pour l'Université d'Angers.

## Évolution de l'actionnariat de la Satt

L'actionnariat de la Satt Ouest Valorisation s'est transformé avec la disparition de la Comue UBL, qui détenait la moitié de son capital. Ces 50% ont été directement repris par un pacte de onze établissements, dont les six universités de Bretagne et Pays de la Loire. Concernant l'autre moitié, l'État conserve 33% des parts, mais le portage est désormais assuré par Bpifrance (en remplacement de la Caisse des dépôts et consignations). La participation du CNRS et de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), qui cumulent 17% des parts à eux deux, reste inchangée.

Dans la continuité de sa politique de valorisation de la recherche et de diffusion de la culture scientifique et technique, l'UA adhère depuis janvier 2020 au média en ligne d'information

*The Conversation*. Un dispositif supplémentaire pour mettre en lumière les travaux de ses enseignant-e-s-chercheur-e-s et doctorant-e-s, en France et à l'international.



L'UA adhère à

# THE CONVERSATION

*The Conversation* est un média en ligne collaboratif et une association à but non lucratif avec pour seul objectif de rendre visible la parole des chercheur-e-s dans le débat public. Entièrement gratuit et sans publicité, il s'appuie sur des données scientifiques fiables, fondées sur des recherches. Le média se base sur un travail de co-écriture entre journalistes scientifiques et chercheur-e-s qui amène ces derniers à découvrir une nouvelle façon de communiquer. Objectif : simplifier l'accès à l'information pour le grand public sans sacrifier le fond scientifique.

Enseignante-chercheuse en droit public, Martine Long s'est prêtée à l'exercice : « *Cette expérience fut pour moi intéressante mais aussi un peu déstabilisante. Habitue à prendre le temps d'écrire pour des publications, il m'a fallu axer sur les points saillants pour mon article sur l'incidence de la Loi NOTRe. Mais cela m'a permis une belle visibilité et j'ai eu le plaisir de voir que l'article a été aussi relayé sur LinkedIn* ».

Permettre  
une visibilité  
dans le débat  
public

## Une visibilité à grande échelle

Avec plus de 27 000 abonnés, les articles de *The Conversation* bénéficient d'un large relais sur les réseaux sociaux. Publiés en accès libre, ils peuvent également être re-partagés (dans leur intégralité et en citant la source) sur d'autres sites d'information (*La Croix, Le Monde, Libération, Ouest-France, Le Point, Santé Magazine...*), mais aussi dans la version papier des différents titres de presse. *The Conversation* est également présent à l'international avec 90 journalistes basés en Australie, en Grande-Bretagne, aux États-Unis, en Afrique, au Canada et en Espagne.

Au cours de l'année 2020, 17 chercheur-e-s et doctorant-e-s de l'UA se sont saisis de ce canal pour faire connaître leurs travaux, à travers un total de 20 articles. L'actualité a été marquée par le coronavirus. Publié fin février 2020, l'article d'Alexis Descatha, professeur de santé au travail, sur le rôle des entreprises dans cette crise, a totalisé près de 55 000 vues. Celui de Johan Vincent, post-doctorant au sein du RFI Angers TourismLab (UFR Esthua), associé à Yves-Marie Evanno, intitulé « Pourquoi le Covid-19 ne mettra pas en péril le tourisme en France » a également suscité l'intérêt, avec près de 30 000 vues.

Bien d'autres sujets ont été explorés : l'ar-naque « à la nigériane », par l'historienne Nahema Hanafi, la consommation humaine d'insectes, par Gaëlle Pantin-Sohier, professeure de marketing, l'intérêt de faire un arbre généalogique avec son enfant, par la psychologue Claudine Veuillet-Combiere... Avec à chaque fois plus de 15 000 vues.

La réforme de la politique agricole commune (Marianne Lefebvre), l'adoption internationale (Yves Denéchère), ou bien l'apport de l'intelligence artificielle dans la lutte contre les incendies de forêt (par Eunice Okome Obiang, doctorante au Larema) sont d'autres exemples de thématiques abordées.

*The Conversation* possède une rubrique à destination des plus jeunes. Mickaël Dino-mais, professeur en médecine physique et de réadaptation, a ainsi répondu à la question d'Alexis, 11 ans : « Pourquoi y a-t-il plus de droitiers que de gauchers dans le monde ? »

Sa réponse est à découvrir en ligne sur : [www.theconversation.com](http://www.theconversation.com)



RUBRIQUE

**Santé**

Renforcer

# les collaborations UA/CHU

—  
Pour favoriser la collaboration entre équipes de recherche académiques et services hospitaliers, l'UA et le CHU d'Angers ont lancé un appel à projets commun. Une première en France.

Depuis plusieurs années, l'UA et le CHU encouragent les liens entre la recherche hospitalière, réalisée avec les patients et les sujets sains, et la recherche fondamentale, dans les laboratoires. Plusieurs projets communs ont déjà vu le jour, ces coopérations permettant la construction d'innovations majeures.

Le CHU et l'UA ont souhaité aller plus loin dans la construction de partenariats. Les deux établissements ont lancé un appel à projets devant regrouper services hospitaliers et équipes de recherche autour de thématiques communes.

Cet appel à projets mixte, unique en France, a abouti à la sélection de trois projets en janvier 2020. Ils vont être financièrement soutenus par les deux institutions, à part égale, pendant 2 ans. Voici la liste des projets lauréats.

## Des coopérations qui engendrent des innovations majeures

L'équipe MitoLab fait partie des lauréats de l'appel à projets.



—  
« **3I impact : Immunologie, macrophage, phénotype, acidose, cellule, tumeur** ». Dirigé par Yves Delneste et Mathilde Hunault-Berger, ce projet associe principalement l'équipe 7 de l'unité CRCINA et les services d'hématologie, cancérologie pédiatrique, néphrologie et médecine intensive-réanimation ainsi que le laboratoire d'immunologie du CHU. Il a pour ambition d'identifier de nouveaux marqueurs diagnostiques et des cibles thérapeutiques, en précisant les altérations phénotypiques et fonctionnelles du système immunitaire.

—  
« **Médecine mitochondriale : une opportunité pour la santé** », piloté par Guy Lenaers et Christophe Verny. Le projet repose principalement sur l'équipe MitoLab de l'unité Mitovasc, sur les services de neurologie, ophtalmologie, urologie, biologie de la reproduction, et le département de biochimie et de génétique du CHU. Son objectif : étudier les dysfonctions des mitochondries et leur implication dans les maladies rares, communes, et dans le vieillissement.

—  
« **Groupe angevin de recherche sur la maladie dysmétabolique** », coordonnée par Jérôme Boursier. Il se fonde sur la collaboration des laboratoires Hifih et Gerom et de nombreux services du CHU dont l'hépatogastro-entérologie, la pneumologie, la rhumatologie. L'unité MINT est également associée au projet centré sur la maladie dysmétabolique liée à l'obésité et à l'insulinodépendance.

La construction de ces programmes de recherche permettra d'affermir la construction d'une stratégie de site CHU/UA pour en augmenter la visibilité scientifique autour de thématiques cohérentes et fortes, au service des patients et des citoyens.

# Ouest Valorisation

## nouvel actionnaire de Gliocure

Depuis sa création en 2016, la start-up angevine Gliocure ne cesse de se développer. La société dérivée de l'Université McGill à Montréal et de l'Université d'Angers a pour ambition de devenir un acteur majeur du marché pharmaceutique de la neuro-oncologie au niveau mondial. Pour cela, les moyens financiers à engager sont conséquents.

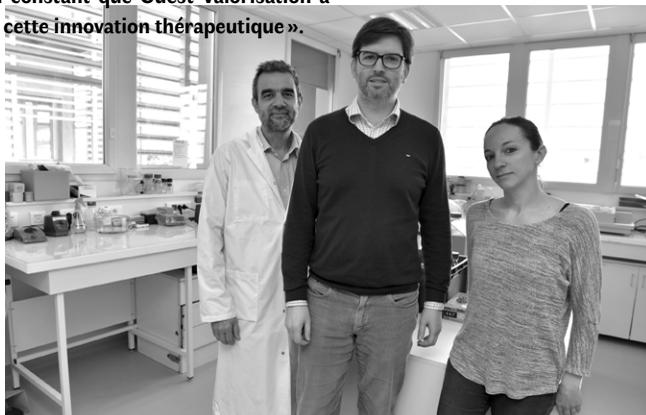
Au printemps 2020, la start-up a réussi un tour de financement de 600 000 €. Le mois d'octobre a marqué une nouvelle étape de son développement économique, avec l'entrée au capital de la Société d'accélération du transfert de technologies (Satt) Ouest Valorisation. Cette dernière sera actionnaire minoritaire à hauteur de 20%.

### « Un soutien constant »

Depuis ses débuts, Gliocure peut compter sur le soutien de Ouest Valorisation que ce soit pour le dépôt de brevets ou des programmes de maturation. Dans cette logique, la Satt avait investi plusieurs dizaines de milliers d'euros avant même la création de la start-up, en 2016, qu'il fallait rembourser : cette créance de départ s'est transformée en parts de capital. **« Au-delà de l'impact positif sur notre structure financière, l'entrée de la Satt au capital de Gliocure est pour nous une formidable marque de confiance »**, se réjouit Louis-Marie Bachelot, président de Gliocure.

La start-up est sur le point d'entrer en pré-clinique réglementaire – dernière étape avant les essais chez les patients – avec son premier produit intitulé GC01iv. Celui-ci est une molécule qui devrait devenir un médicament pour stopper la division, et donc la multiplication, des cellules cérébrales cancéreuses pour le traitement du glioblastome, la tumeur du cerveau la plus fréquente et la plus agressive, responsable de près de 200 000 décès par an.

**« J'ai commencé à travailler sur le peptide GC01 lors de ma thèse de neurosciences à l'Université d'Angers auprès du Dr. Joël Eyer, souligne Claire Lépinoux-Chambaud, aujourd'hui directrice générale et responsable recherche chez Gliocure. J'ai pu constater le soutien constant que Ouest Valorisation a apporté à cette innovation thérapeutique ».**



Joël Eyer, Louis-Marie Bachelot et Claire Lépinoux-Chambaud sont à l'origine de Gliocure.

**La start-up angevine Gliocure, spécialisée dans le traitement des tumeurs cérébrales, accueille Ouest Valorisation comme actionnaire minoritaire. Un nouveau développement pour cette société dérivée de l'Université McGill à Montréal et de l'Université d'Angers.**

# Santé au travail

Vers un centre  
de référence  
en épidémiologie

Le projet Tec-Top (*Translational Epidemiological Center for Toxicology, Occupational health, and Preparedness*), vise à créer d'ici 3 ans **« un centre de référence national et international en épidémiologie translationnelle dans les domaines de la santé au travail, de la toxicologie, pour favoriser l'anticipation et la réponse rapide aux crises sanitaires »**. Il est soutenu par la Région des Pays de la Loire (135 000 €) et Angers Loire Métropole (100 000 €).

Déposé par Alexis d'Escatha, professeur en médecine et santé au travail à l'UA, ce projet repose sur l'équipe de l'Inserm spécialisée en épidémiologie en santé au travail et ergonomie (Ester). Elle travaillera en lien avec le seul centre antipoison et de toxicovigilance du Grand Ouest du CHU d'Angers et les différentes organisations régionales (ARS, Direccte...), nationales et internationales. Le centre s'appuiera sur les différents acteurs : patients, citoyens, praticiens, décideurs, chercheurs, experts et enseignants.

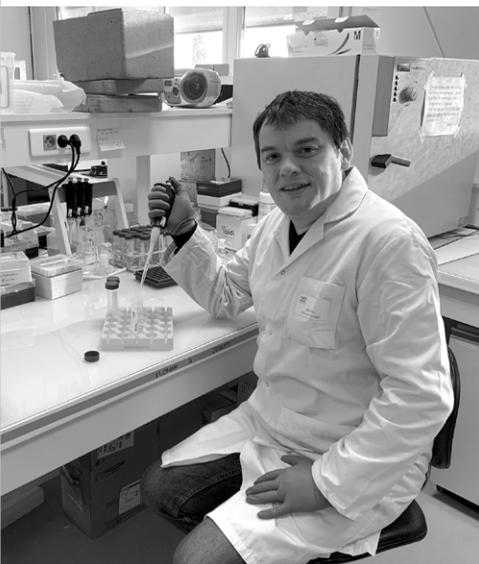
**L'objectif de « Dynamica » est  
de mieux comprendre  
le fonctionnement  
d'un organe vieillissant**

**« Dive » vise à trouver une alternative  
aux anti-inflammatoires non-stéroïdiens  
qui peuvent générer de sévères effets  
secondaires pour les patients**

Troubles cardiaques et inflammation chronique

# Deux projets forts avec l'Allemagne

Olivier Baris.



**Deux Projets de recherche collaborative - International (PRCI), associant des unités angevines et des équipes d'outre-Rhin, viennent d'émerger. Porté par Olivier Baris (Mitovasc), «Dynamica» vise à identifier l'influence de l'instabilité du génome mitochondrial dans l'apparition des troubles cardiaques chez les personnes âgées. «Dive», piloté par Jean-Jacques Helesbeux (Sonas) a pour objectif d'étudier des produits naturels analogues à la vitamine E qui pourraient permettre le développement d'actifs anti-inflammatoires efficaces, aux effets secondaires limités.**

## **Dynamica**

**Contrer les effets du vieillissement**

Lancé en janvier 2021 pour 3 ans, le projet Dynamica associe l'Université d'Angers et celle de Cologne. Financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et son équivalent allemand à hauteur de 480 000 €, il se focalise sur l'arythmie cardiaque et le rôle de la dysfonction mitochondriale dans l'apparition de cette pathologie.

«Ce programme de recherche est un prolongement de mes travaux effectués en Allemagne dans le laboratoire du Pr Rudolf Wiesner – partenaire de Dynamica – où j'ai réalisé mon post-doctorat. J'y ai découvert que les mutations qui s'accumulent au cours du vieillissement dans l'ADN des mitochondries, la centrale énergétique des cellules, entraînent un risque accru d'arythmies cardiaques», explique le porteur du projet, Olivier Baris qui a rejoint l'unité Mitovasc en 2018. «Notre objectif est donc de ralentir ce processus d'accumulation de mutations en modulant le contrôle qualité». Pour cela, un travail en deux temps est prévu. La première phase repose sur une approche génétique, et l'étude de nouveaux modèles de souris transgéniques. «L'idée est d'inhiber la fusion ou la division des mitochondries chez des souris accumulant des mutations de l'ADN mitochondrial de manière accélérée dans le cœur et voir dans quel cas les taux de ces mutations diminuent».

## **Au-delà du cœur**

La seconde phase vise une approche thérapeutique. «On va chercher à trouver parmi les drogues existantes celles qui permettent une modulation pharmacologique du processus de fusion ou division des mitochondries», poursuit Olivier Baris qui prend pour exemple une molécule issue des grenades auxquelles on attribue des propriétés protectrices contre les risques cardiovasculaires.

Au-delà du cœur, «l'objectif global du projet est de mieux comprendre le fonctionnement d'un organe vieillissant pour développer une nouvelle approche thérapeutique ou proposer un régime alimentaire adapté afin de réduire sa perte de fonction liée à l'âge».

## **DIVE**

**Vers une alternative aux traitements de l'inflammation chronique**

Un autre PRCI de 36 mois, Dive implique l'unité Sonas (Substances d'origine naturelle et analogues structuraux). Il fédère des chercheurs angevins, de l'Université d'Innsbruck (Autriche) et d'Innsbruck (Allemagne). Soutenu à hauteur de 489 000 €, Dive, acronyme de «**Doubles Inhibiteurs à visée anti-inflammatoire inspirés de la Vitamine E**», vise à trouver une alternative aux traitements actuels de l'inflammation chronique, souvent à base d'anti-inflammatoires non stéroïdiens qui «**génèrent sur le long terme de sévères effets secondaires pour les patients**», constate Jean-Jacques Helesbeux, maître de conférences en chimie organique à l'UA, porteur du projet.

## **Noix de *Garcinia kola***

Pour ce faire, Dive se concentre sur deux cibles enzymatiques impliquées dans les pathologies inflammatoires (mPGES-1 et 5-lipoxygénase). Le but est d'inhiber à l'aide d'une même molécule l'activité de ces enzymes pour réduire la production de médiateurs pro-inflammatoires, sans empêcher le processus de résolution de l'inflammation qui permet un retour à l'état physiologique «normal». «Pour cela, on va étudier des analogues naturels de la vitamine E. Une première phase consiste à concevoir et optimiser virtuellement des molécules susceptibles de se fixer efficacement sur les deux cibles enzymatiques. Le produit de départ, l'acide  $\delta$ -garcinoïque, est extrait de la noix de *Garcinia kola* qui présente l'intérêt d'être une ressource renouvelable produite par un arbre d'Afrique occidentale et centrale. Une fois purifié, ce composé naturel est modifié par hémisynthèse pour obtenir les dérivés conçus virtuellement pendant la première phase. Enfin, nos partenaires évaluent expérimentalement leur activité inhibitrice sur les deux enzymes ciblées», détaille le chercheur. Au-delà de valider une preuve de concept, le projet Dive pourra à terme conduire à l'identification d'un composé original candidat à une étude pré-clinique.

# Ulcère de Buruli

## De nouvelles pistes pour diagnostiquer la maladie

—  
Des chercheur-e-s du Centre de recherche en cancérologie et immunologie Nantes-Angers (CRCINA) se sont penchés sur les rares cas de guérison spontanée de l'ulcère de Buruli afin de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans cette maladie tropicale négligée. Leurs résultats publiés dans *Science Advances* s'accompagnent d'un dépôt de brevet, ouvrant de nouvelles pistes pour la mise en place d'outils diagnostiques.

Il a été décrit pour la première fois en 1948 en Australie puis en Ouganda. Mais l'ulcère de Buruli, classé comme «maladie tropicale négligée» par l'OMS, garde ses zones d'ombres. On sait qu'une mycobactérie, *Mycobacterium ulcerans*, proche de celles responsables de la tuberculose et de la lèpre, est à l'origine de l'infection nécrosante qui s'attaque à la peau et aux tissus mous, laissant de grandes surfaces de chair béantes, jusqu'à l'os. Cette bactérie produit une toxine appelée «mycolactone» qui détruit les cellules cutanées et empêche le système immunitaire de répondre efficacement à cette attaque entraînant la propagation des ulcérations à la surface des membres.

À la fois invalidant et stigmatisant, l'ulcère de Buruli atteint particulièrement les enfants et les adolescents. Il touche entre 5 à 10 000 personnes par an, dont 90 % en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale. Pour lutter contre cette maladie, on dispose d'un très faible arsenal diagnostique et thérapeutique. Un traitement à base d'antibiotiques est efficace si la maladie est diagnostiquée rapidement ; ce qui n'est pas encore possible dans la majorité des cas.

### Réponse immunitaire locale

Dans le cadre d'une étude publiée dans *Science Advances* (1), une équipe de recherche dirigée par la chercheuse angevine Inserm Estelle Marion au sein de l'équipe Atomyca du Centre de recherche en cancérologie et immunologie Nantes-Angers (Inserm/ Université de Nantes/ Université d'Angers/ CNRS) s'est intéressée, à travers des expériences sur des souris, aux cas de guérison spontanée observés chez environ 5 % des patients infectés.

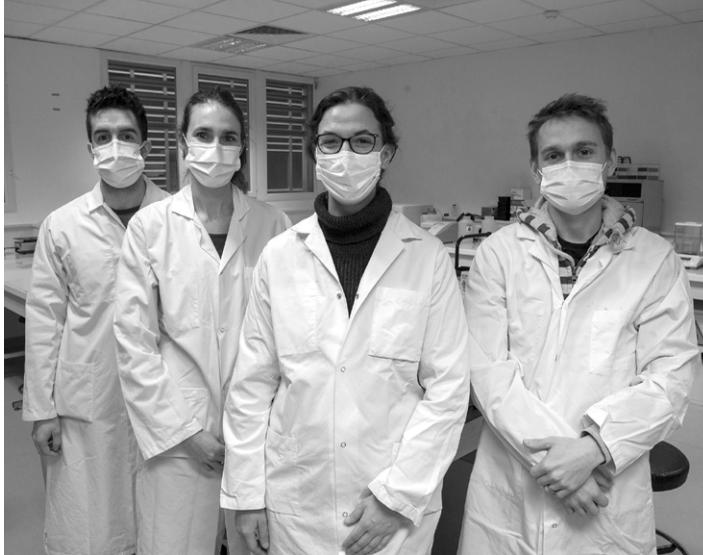
Jusqu'ici, les études sur l'ulcère de Buruli se concentraient sur la réponse immunitaire au niveau de tout l'organisme. De récentes études sur les tissus cutanés ont révélé que l'infection par *Mycobacterium ulcerans* entraîne l'agrégation de cellules immunitaires, les lymphocytes B, autour des zones infectées. Les chercheurs du CRCINA ont décidé de se pencher sur la réponse immunitaire locale, au niveau du site infecté par la bactérie.

Les lymphocytes B produisent une famille d'anticorps appelés immunoglobulines (Ig). Les sous-groupes les plus importants sont les IgA, que l'on retrouve principalement dans les muqueuses et l'épiderme, les IgM, présentes à la surface des lymphocytes et dont un nombre élevé est synonyme d'une infection en cours et, enfin, les IgG, les plus nombreuses, circulant avant tout dans le sang et servant à éliminer les corps étrangers qui y naviguent.

Dans le cadre de leurs travaux financés par la Fondation Raoul-Follereau, l'ANR, la Région Pays de la Loire, l'Université d'Angers et l'Inserm (programme ATIP-Avenir), les chercheur-e-s ont travaillé avec deux types de souris dont l'un ayant la capacité de guérir spontanément d'une infection par *Mycobacterium ulcerans*. Ils se sont d'abord intéressés à la réaction immunitaire lors de l'infection, y compris durant le processus de guérison spontanée, en analysant des échantillons cutanés à proximité du site infecté.

**L'ulcère  
touche surtout  
les enfants**

Estelle Marion entourée d'une partie de l'équipe angevine à l'origine de la publication.



## La découverte : des tests diagnostiques rapides et simples

### Vers une piste de diagnostic

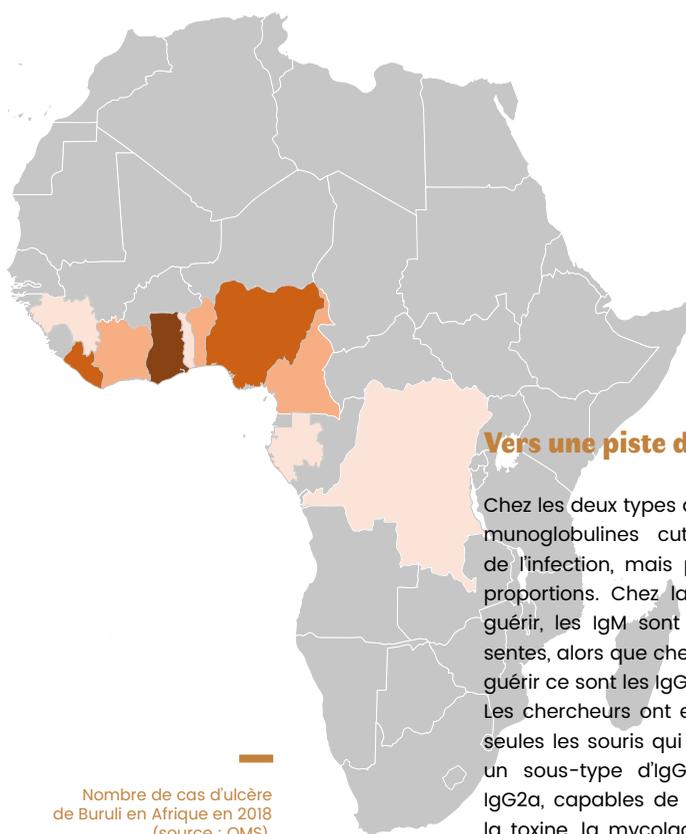
Chez les deux types de souris, le taux d'immunoglobulines cutané croît au cours de l'infection, mais pas dans les mêmes proportions. Chez la souris incapable de guérir, les IgM sont majoritairement présentes, alors que chez la souris capable de guérir ce sont les IgG.

Les chercheurs ont ensuite découvert que seules les souris qui guérissent produisent un sous-type d'IgG bien particulier, les IgG2a, capables de neutraliser l'action de la toxine, la mycolactone. L'équipe de recherche a par ailleurs retrouvé la présence de ces anticorps capables de se lier à la mycolactone dans les tissus des patients infectés par la bactérie.

**« Cette étude suggère pour la première fois que l'organisme pourrait répondre efficacement à une infection de *Mycobacterium ulcerans* grâce à la production d'anticorps capables de reconnaître et neutraliser la toxine sécrétée par la mycobactérie. Même si elles sont encore lointaines, ces travaux offrent de nouvelles pistes diagnostiques »,** conclut Estelle Marion, qui a dirigé cette étude.

La découverte a fait l'objet d'un dépôt de brevet. En accord avec les priorités de l'OMS, l'équipe envisage désormais le développement d'un test diagnostique rapide et simple, de type bandelette, basé sur la détection d'anticorps reconnaissant la mycolactone, et témoignant donc d'une infection à *Mycobacterium ulcerans*.

(1) M. Foulon, A. Pouchin, J. Manry, F. Khater, M. Robbe-Saule, A. Durand, L. Esnault, Y. Delneste, P. Jeannin, J.-P. Saint-André, A. Croué, F. Altare, L. Abel, A. Alcaïs, E. Marion. Skin-specific antibodies neutralizing mycolactone toxin during the spontaneous healing of *Mycobacterium ulcerans* infection. *Science Advances*. Vol. 6, no. 9 (2020).



Nombre de cas d'ulcère  
de Buruli en Afrique en 2018  
(source : OMS).

Orange clair : de 1 à 150 cas  
Orange 2 : de 151 à 300 cas  
Orange 3 : de 301 à 450 cas  
Orange 4 : plus de 451  
(Ghana = 630 cas)



RUBRIQUE

# Environnement & végétal

# Alternatives aux pesticides

La recherche angevine à la pointe

Les installations du Campus du végétal permettent de mener de nombreuses expériences.



Regroupant des équipes d'Inrae, de l'Université d'Angers et d'Agrocampus Ouest, l'IRHS est partie prenante de trois programmes lauréats de l'appel à projets national « Cultiver et protéger autrement », qui vise à développer des alternatives aux produits phytosanitaires. Une nouvelle reconnaissance du savoir-faire du pôle végétal angevin.

En 2018, Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, avait retenu le site Inrae d'Angers pour annoncer le lancement d'un Programme prioritaire de recherche (PPR) devant permettre l'émergence, à l'horizon 2030-2040, « d'une agriculture sans pesticides », mobilisant les leviers de l'agroécologie, du bio-contrôle et de la prophylaxie. L'appel à projets qui en a découlé, « Cultiver et protéger autrement », a livré son verdict en septembre 2020.

Dix dossiers ont été sélectionnés au plan national par l'Agence nationale de la recherche (ANR). Ils seront financés chacun à hauteur de près de 3M€. Trois impliquent directement l'unité de recherche angevine IRHS (Institut de recherche en horticulture et semences) comme pilote ou partenaire.

## SUCSEED

**Mettre fin à l'utilisation des pesticides sur les semences et proposer des solutions alternatives**

Le projet SUCSEED (*Stop the Use of pesticides on Seeds by proposing alternatives*) repose sur la nécessité d'identifier et de développer des solutions innovantes à la protection des semences via des approches naturelles, efficaces et écoresponsables. Il se concentre sur deux problèmes phytosanitaires majeurs : (i) les pathogènes transmis à et par les semences et (ii) les fontes de semis (absence de germination/émergence des graines causée par des pathogènes). Ces recherches seront conduites sur quatre espèces végétales d'intérêt agronomique : blé, tomate, haricot commun et colza, et leurs agents pathogènes majeurs respectifs. Ce projet est coordonné par Matthieu Barret de l'unité IRHS (équipe Emersys, Inrae) et rassemble 13 partenaires, dont l'unité de Micro et nanomédecines biomimétiques (Mint) du pôle santé de l'Université d'Angers.

## CAP ZERO PHYTO

**Adaptation du concept d'immunité écologique à la protection des cultures**

L'objectif de ce projet est de proposer de nouvelles stratégies de protection des cultures basées sur l'utilisation combinée de leviers immunitaires destinés à moduler les mécanismes de défense des cultures. Le concept d'immunité écologique permettra d'avoir une vision intégrée de l'expression de l'immunité, en considérant tous les facteurs favorisant son expression, les sources de variabilité et les interactions entre ces paramètres. Pommier et tomate, avec leurs principaux bioagresseurs, seront les cultures modèles de ce projet, avant transition vers d'autres *Rosaceae* (pêche et fraise) et *Solanaceae* (poivron).

Ce projet est coordonné par Catherine Coutand (Avignon). Marie-Noëlle Brisset (équipe ResPom, IRHS, Inrae) est co-leader sur le pommier. Il associe le Groupement de recherche angevin en économie et management (Granem) de l'Université d'Angers (lire en page 21).



## Développer des solutions innovantes via des approches naturelles

# Vers une agriculture

## sans pesticides

### Les producteurs seront associés aux recherches

Trois enseignantes-chercheuses de l'IUT Angers-Cholet prennent part au projet Cap Zéro Phyto qui a pour but d'étudier l'adaptation du concept d'immunité écologique à la protection des cultures.

### Associer les producteurs

Les résultats obtenus sur le pommier et la tomate seront étudiés sur trois autres cultures : la pêche, le poivron et la fraise. Le dernier axe de travail, non des moindres, sera de concrétiser les recherches sur le terrain auprès des producteurs. « On a anticipé cela car dans le projet il y a un aspect de co-construction avec les acteurs de la filière. L'idée est d'avoir un retour d'expérience de pratiques déjà existantes et efficaces », souligne Catherine Bernard, enseignante-chercheuse en agriculture biologique associée à l'IRHS. En parallèle, un travail d'enquête socio-économique mené à l'échelle nationale sera élaboré pour connaître l'acceptabilité des producteurs quant aux solutions envisagées. « On va voir quels compromis ils sont prêts à faire que ce soit en terme de coûts financiers, de rendements ou pour leur temps de travail. L'objectif est de mettre en évidence les arbitrages à prendre en compte pour la réalisation du projet », explicite Marianne Lefebvre, membre du Granem.

### SPECIFICS

Lutte durable contre les parasites dans les systèmes de culture innovants riches en fabacées

L'objectif de SPECIFICS (*Sustainable PEst Control In Fabaceae-rich Innovative Cropping Systems*) est d'identifier et d'évaluer différents leviers permettant la transition vers des systèmes de grandes cultures sans pesticides et incluant des légumineuses à graines en recherchant de nouvelles sources de résistance, en intégrant davantage de diversité biologique dans le temps (rotation) et dans l'espace (cultures associées intra- et interspécifiques, infrastructures agro-écologiques, etc.), en étudiant des solutions de valorisation et de promotion de ces systèmes.

Dans ce projet, coordonné par Judith Burstin (Dijon), deux unités angevines sont impliquées, notamment l'unité IRHS avec l'équipe SEED et le LEVA.

En agriculture conventionnelle, une pomme subit en moyenne 35 traitements phytosanitaires souvent appliqués par pulvérisation. Ceci pourrait bientôt être fini. La raison ? Le pommier fait partie avec la tomate des cultures étudiées dans le cadre du projet Cap Zéro Phyto. Un nom lourd de sens. « C'est une avancée énorme d'afficher cet objectif de ne plus avoir recours aux pesticides », reconnaît Marianne Lefebvre, maître de conférences en économie à l'UA. Avec ses collègues de l'IUT, Laure Perchepied et Catherine Bernard, elle fait partie de la cinquantaine de personnes impliquées dans ce projet d'une durée de 6 ans. Celui-ci se décompose en cinq axes de travail. L'un d'eux est la recherche fondamentale. « On va essayer de trouver des leviers alternatifs à l'utilisation des produits phytosanitaires en travaillant notamment sur la résistance génétique, le bio contrôle, les plantes de service », détaille Laure Perchepied, enseignante-chercheuse en physiologie et pathologie végétale associée à l'IRHS. Ensuite, l'idée est de combiner ces leviers immunitaires pour permettre à la plante de lutter elle-même contre les maladies et ravageurs.

**Les gènes issus des graines  
permettent à ces plantes  
de rester en vie à l'état sec**

# Jérôme Verdier

## Graine de chercheur

Les graines :  
« Un organisme extraordinaire »  
pour Jérôme Verdier.



En poste à l'Institut de recherche en horticulture et semences (IRHS), Jérôme Verdier est lauréat, avec son équipe, d'une ANR jeune chercheur pour son projet Deswitch, portant sur la compréhension des mécanismes de dessiccation des graines.

Bien en évidence sur une étagère, la Rose de Jéricho en impose. Le matin même, quelques gouttes d'eau ont suffi à redonner vie à cette plante dite «**résurrection**» que l'on trouve dans le désert. «**Elle est capable de survivre à la dessiccation [déshydratation très importante] pendant des jours mais reprennent leur croissance à la moindre humidité dans l'air**», explique, fasciné, Jérôme Verdier. Ce sont des travaux menés par plusieurs groupes de recherche à l'endroit de ces plantes miraculeuses qui conditionnent aujourd'hui une partie des projets portés par le chercheur au sein de SeedStress (ex Conserto), l'une des équipes de l'Institut de recherche en horticulture et semences (IRHS).

«**On sait désormais que ce sont les gènes issus des graines qui permettent à ces plantes résurrection de rester en vie à l'état sec**, précise Jérôme Verdier. **Notre projet Deswitch (2020-2022) vise à identifier l'interrupteur moléculaire qui permet d'activer ces gènes de graines dans la plante entière et lui offre une meilleure tolérance à la sécheresse**».

### Réchauffement climatique

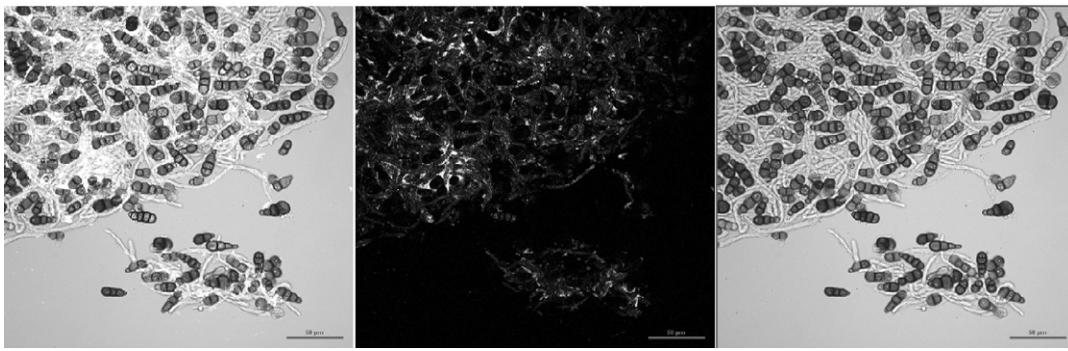
L'enjeu est considérable à l'heure où le réchauffement climatique devient une réalité. «**Le stress chaud affecte les qualités germinatives et nutritives des graines, mais également leurs rendements, en nombre et en taille**», reprend Jérôme Verdier. En élucidant les mécanismes génétiques à l'œuvre au niveau des graines, on peut imaginer les manipuler et les activer dans les plantes, lors de la période de croissance végétative. Conséquence directe ? «**La survie des plantes lors des périodes de sécheresse, une amélioration de la tolérance globale au stress et de la conservation de certaines semences à l'état sec**».

Le programme Deswitch est lauréat d'une ANR Jeune chercheur, qui permet à la fois le recrutement d'un post-doctorant et des investissements pour développer le laboratoire. Il s'inscrit dans la suite logique de projets développés depuis l'automne 2016. Basis s'intéressait à l'impact du stress de l'environnement sur le développement des graines. «**Avec Epibasis, un projet porté par l'Université d'Angers, on décrypte les régulations épigénétiques de l'impact de ces mêmes stress**», reprend Jérôme Verdier. «**Ces deux projets ont permis de lancer la thématique, avec des premiers résultats qui apportent des bases à Deswitch**».

### Expérience internationale

Véritable passionné des graines – «**un organisme extraordinaire**» – le chercheur est intarissable sur le sujet. Elles ont aussi orienté son parcours professionnel à l'étranger. Un diplôme de biologie moléculaire en poche, Jérôme Verdier a rejoint 4 ans durant le sud des États-Unis et l'Oklahoma, au sein d'une fondation privée, la *Noble Foundation*. «**J'y ai notamment travaillé sur la génomique fonctionnelle**». C'est ensuite au *Plant Stress Center* de Shanghai que Jérôme Verdier a réellement commencé à travailler sur «**l'impact des stress sur le développement de la graine. Un travail de 3 ans hyper riche, au sein d'une équipe internationale**». Une expérience que Jérôme Verdier, Corrèzien d'origine, met depuis 4 ans au service de l'Inrae.

Pour suivre le projet sur les réseaux sociaux :  
[IRHS Seed Lab](#)



Aspect des conidies d'*Alternaria brassicicola*.

À la recherche  
du point faible d'

# Alternaria brassicicola

Lors de sa thèse, Justine Colou, doctorante au sein de l'équipe FungiSem de l'IRHS, s'est penchée sur les mécanismes de défense et d'attaque d'*Alternaria brassicicola*, un champignon responsable de la maladie des taches noires des Brassicacées (choux, brocolis, radis, navets...).

*Alternaria brassicicola* provoque d'importants dégâts culturaux. Il est repérable par les taches noires ou brunes qu'il occasionne principalement sur les feuilles. Infectée, la plante est en danger. « C'est un champignon qui est nécrotrophe, c'est-à-dire qu'il tue les cellules de la plante pour se nourrir et la coloniser », explique Justine Colou qui a passé les quatre dernières années à étudier son impact sur le chou et une plante modèle, l'arabette (1). Contrairement à la plupart des champignons, *Alternaria brassicicola* est peu sensible au manque d'eau. Il est capable de coloniser les graines, et de survivre sur les semences, « et donc d'infecter les générations suivantes, si les plantules arrivent à se développer ».

Comment le rendre moins agressif ? Comment faire tomber son armure et le rendre plus sensible au stress hydrique ? Ces interrogations étaient au cœur de la thèse de Justine Colou, menée sous la direction de Thomas Guillemette, financée avec le soutien du RFI Objectif Végétal, et soutenue en octobre 2020.

## Microdomaines membranaires

La doctorante, titulaire d'un master de microbiologie, a d'abord porté son attention sur les microdomaines MCC/eisosome répartis de façon aléatoire sur la membrane plasmique qui sépare l'intérieur de la cellule de son environnement extérieur. « Si on fait une analogie, on peut imaginer les microdomaines comme les alvéoles présentes à la surface d'un ballon de foot, reliées entre elles, mais avec chacune une composition lipidique et protéique différente », explique la jeune enseignante-chercheuse de l'Université d'Angers. Les microdomaines MCC/eisosome ont la particularité de posséder une partie cytoplasmique : ils communiquent avec l'intérieur « du ballon », de la cellule, via deux protéines principales. « Le fait d'avoir un pied à l'extérieur et à l'intérieur permet à ce champignon de réagir à son environnement ».

Des travaux préliminaires laissaient penser que ces microdomaines permettaient au champignon de s'adapter face à une situation de stress hydrique. Pour le vérifier, Justine Colou a amoindri les communications internes/externes du microdomaine cible, en le privant des deux protéines centrales. L'utilisation de ces champignons modifiés n'a pas révélé un amoindrissement significatif de la résistance au stress hydrique, contrairement à ce qui aurait pu être pensé après de premières analyses d'expression des gènes du champignon en condition de stress. En revanche, « l'agressivité des mutants était quatre à cinq fois plus faible que celle de la souche sauvage. Les mutants ont produit moins d'appressoria, ces structures qui permettent au champignon de pénétrer dans la plante ».

## Modifications de la chromatine

Dans un second temps, Justine Colou a étudié les modifications de la chromatine, qui sont en partie responsables de la régulation de l'expression des gènes chez les êtres vivants. Elle a créé des mutants à la chromatine modifiée, dérégulant ainsi un grand nombre de gènes. « Pour un des mutants, 15% du génome était exprimé différemment, pour l'autre 20% ».

Résultats : cette fois, les champignons étaient plus sensibles au stress hydrique, et là aussi, bien moins virulents.

Justine Colou en est consciente : le puzzle qui permettra de comprendre comment le champignon attaque et se défend, et donc comment le contraindre, est loin d'être complet. Mais elle a apporté une pièce au tableau.

(1) Son travail a été publié en *open access* dans la revue *BMC Microbiology* (Colou et al. *BMC Microbiology* (2019) 19:295).

C'est un  
champignon  
qui tue les cellules  
de la plante

# Paludisme

## Sus aux moustiques résistants !

Les moustiques des espèces *Anopheles gambiae* sont les principaux vecteurs du paludisme.



Le laboratoire Sifcir développe une solution pour éradiquer les moustiques devenus résistants aux insecticides. Une arme essentielle pour limiter la diffusion de certaines maladies. Un nouveau programme de maturation soutenu par la Satt Ouest Valorisation a débuté en 2020.

Paludisme, chikungunya, dengue, zika et autres fièvres... Près de 600 millions de cas de ces maladies sont recensés chaque année dans le monde. Point commun de ces infections souvent sévères : elles sont véhiculées par le moustique.

Différentes stratégies de lutte contre l'insecte ont été déployées au cours des dernières décennies, pour tenter de limiter la diffusion des agents pathogènes. Mais elles se heurtent aujourd'hui à une difficulté : les moustiques sont devenus résistants aux insecticides classiquement recommandés par l'OMS. Le contrôle des maladies associées tend à régresser.

Membre du sélect réseau international Win (*Worldwide Insecticide resistance Network*) sur les moustiques résistants, le laboratoire angevin Sifcir (Signalisation fonctionnelle des canaux ioniques et récepteurs) cherche depuis plusieurs années à optimiser les traitements insecticides contre *Anopheles gambiae*, moustique agent du paludisme, et à contrer le développement des mécanismes de résistance.

### Combinaison efficace

La solution la plus prometteuse a émergé en 2015 à la suite d'une thèse financée par la Direction générale de l'armement (DGA) et la Région Pays de la Loire. Elle repose sur l'association de deux composés de familles chimiques différentes, à savoir un répulsif (IR3535) et un insecticide de type néonicotinoïde. **« Nous utilisons des doses tellement faibles que pris séparément les deux composés n'auraient aucun effet sur les moustiques, explique le professeur de neurophysiologie Bruno Lapiéd. Mais mis ensemble, cela devient une "bombe". Le répulsif agit comme agent synergisant, une mèche qui met le feu à la poudre. Il déclenche une chaîne de réactions cellulaires qui va rendre la cible beaucoup plus sensible à l'insecticide ».**

Deux brevets ont été déposés à la suite de ces recherches, qui ont déjà fait l'objet de deux programmes de maturation financés par la Satt Ouest Valorisation. Le premier, en 2016, a été l'occasion de confirmer *in vitro* l'efficacité de la stratégie sur moustiques résistants. Le deuxième, qui s'est étendu de 2017 à 2019, a permis de préciser la cible : **« On s'est rendu compte que l'association était très efficace sur des larves résistantes aux insecticides organophosphorés et de la famille des carbamates »**, constate Bruno Lapiéd, qui a coordonné les différents programmes de maturation.

### Les larves visées

Un troisième programme de 18 mois, intitulé Synetri, a été lancé au printemps 2020. **« On a la preuve que cela fonctionne sur les neurones de moustiques in vitro. On doit maintenant essayer in vivo ».** Objectif : **« Aboutir à une formulation qui permette de traiter des gîtes larvaires ».**

Il s'agira également de s'assurer de l'absence d'effets toxiques sur les milieux traités, en particulier les espèces aquatiques et les abeilles. **« Cela s'inscrit dans la philosophie de notre laboratoire, insiste Valérie Raymond, directrice du Sifcir : tenir compte de l'environnement ».**

Les travaux du Sifcir sont suivis par la Fondation Bill et Melinda Gates, investie dans la lutte contre les maladies qui touchent les pays pauvres, et notamment le paludisme.

**« Faire un état des lieux  
de cette zone touchée  
par le réchauffement du climat »**

# MAR<sub>1</sub>

## Un premier rapport sur les changements climatiques en Méditerranée

Meryem Mojtahid, enseignante-chercheuse en géologie à l'UA, membre du laboratoire LGP-Biaf, a rédigé avec 190 scientifiques issus de 15 pays le premier rapport sur l'état actuel de la zone méditerranéenne et les risques liés au changement climatique, paru en décembre 2020.



Dans le golfe de Saint-Florent, Corse.

### Qu'est-ce que rapport MAR<sub>1</sub> ?

**Meryem Mojtahid** : C'est la première fois qu'un rapport aussi global est fait sur le climat et l'environnement dans la zone méditerranéenne en lien avec les changements climatiques. Il évoque les aspects maritimes, ceux du continent et a aussi un volet social. L'objectif est de faire un état des lieux pour les décideurs publics car cette zone est considérée comme un point chaud, c'est-à-dire une zone très touchée par le réchauffement du climat.



### Que révèle ce rapport ?

**MM** : Que la zone méditerranéenne est confrontée à de nombreux challenges. Par exemple, dans le monde marin, près de 40% des prédateurs marins ont disparu ainsi que 30% du stock de poissons. Cela pose à la fois un problème de biodiversité et un problème économique pour les pays vivant de la pêche. L'augmentation des températures a pour conséquence la multiplication des vagues de chaleurs, des risques accrus d'érosion et de salinisation de l'eau dans les terres. Le constat est plutôt alarmant mais on n'a pas encore atteint le point de non-retour. Des adaptations sont encore possibles pour essayer d'éviter cela.

### Quelles sont ces solutions ?

**MM** : Il faut revenir à la raison. Par exemple, dans l'agriculture, il faut retourner dans le passé et reprendre les pratiques traditionnelles plus durables. Il faut aussi passer à des énergies faibles en carbone et cela plus rapidement qu'ailleurs dans le monde. Tout n'est pas perdu. L'écosystème est encore capable de se remettre. Pour l'avenir, on a fait des modélisations : dans le pire scénario, il y aura une augmentation de 6°C d'ici 2100. Celle-ci pourrait être limitée à 2°C dans le meilleur des cas.

### Quelle a été votre contribution dans ce rapport ?

**MM** : J'ai participé à la rédaction du chapitre sur les écosystèmes marins et côtiers de la Méditerranée. J'ai analysé les périodes passées et celle actuelle. Quand on compare les périodes, l'objectif est de voir les changements qui sont de l'ordre de la variabilité naturelle et ceux qui sont des anomalies. Clairement, aujourd'hui l'impact humain est fort car la tendance actuelle est contre la tendance naturelle. Au vu de la configuration orbitale actuelle de la Terre par rapport au Soleil, on devrait être dans la continuité de la période de refroidissement graduel qui a commencé il y a environ 6000 ans. C'est l'inverse qui se passe en raison du forçage humain et de l'émission accrue des gaz à effets de serre qui en découlent. Dans le passé, il y a déjà eu des changements climatiques extrêmes dans la zone méditerranéenne mais aucune n'est comparable à celle qui se passe aujourd'hui en matière de vitesse de bascule et d'évolution.



RUBRIQUE

# Matériaux

# Sébastien Goeb

primé en chimie

Titulaire d'un doctorat de l'Université de Strasbourg, Sébastien Goeb a rejoint Moltech-Anjou en 2009 comme chargé de recherche CNRS après deux post-doctorats, aux États-Unis et à Marseille. Sa spécialité : la chimie supramoléculaire «**qui s'appuie sur des interactions faibles entre molécules et atomes**», explique le chercheur de 41 ans. «**Notre objectif est de fabriquer des molécules ou édifices complexes par auto-assemblage à partir de briques moléculaires simples. Concrètement, on conçoit dans un premier temps des molécules relativement simples, on les synthétise, avant de les assembler. Nous cherchons à ce qu'elles s'auto-organisent dans des structures complexes auxquelles nous n'aurions pas accès par les méthodes de synthèse conventionnelles.**

Grâce à cette méthode, Sébastien Goeb travaille à créer des cages moléculaires capables à la fois d'encapsuler d'autres molécules - dites «**invitées**» - et de réagir à un stimulus électrochimique. Un peu à la manière d'un dompteur qui appuierait sur un interrupteur électrique pour ouvrir et fermer la cage aux fauves. Schématiquement. «**Nous sommes dans une vision fondamentale de la recherche. Nous mettons au point de nouveaux concepts pour mieux appréhender les mécanismes moléculaires, sans chercher forcément le développement d'applications**», prévient le chimiste. «**Mais on peut imaginer utiliser ces cages dans des opérations de dépollution par exemple, en emprisonnant les polluants, ou dans le domaine des médicaments, pour transporter et délivrer au bon endroit des principes actifs.**

Membre du laboratoire Moltech-Anjou, Sébastien Goeb a reçu durant l'été 2020 le prix Jeune chercheur du Groupe de chimie supramoléculaire de la Société chimique de France.

«**Générer un nouveau type de matériaux compacts pour apporter des possibilités dans le photovoltaïque**»

Sébastien Goeb crée des molécules complexes par auto-assemblage.



## Nouveaux matériaux

Depuis quelques années, Sébastien Goeb a développé un second axe de recherche, en lien avec les activités phares de Moltech et de l'EUR LumoMat-E, autour des nouveaux matériaux organiques [à base de carbone] utilisables dans l'électronique et le photovoltaïque du futur. «**On synthétise toujours des cages supramoléculaires auto-assemblées, mais cette fois, on essaie de contrôler l'entrelacement pour générer un nouveau type de matériaux compacts qui pourraient apporter de nouvelles possibilités dans le photovoltaïque.**

Les recherches menées par Sébastien Goeb depuis le début de sa carrière ont été saluées par la Société chimique de France. Elle lui a attribué au début de l'été le prix Jeune chercheur du groupe de chimie supramoléculaire. «**C'est une distinction avant tout honorifique, mais qui fait plaisir : cela veut dire que vos travaux sont reconnus par vos pairs**», confie le chercheur angevin. Il présentera ses travaux lors du congrès du Groupe de chimie supramoléculaire, reporté à 2021 en raison du contexte sanitaire. Ce sera dans la ville où tout a commencé pour lui, à Strasbourg.

# LumoMat-E

## Nouvelle École universitaire de recherche

Attirer les meilleurs étudiants de master et doctorants autour d'un groupe de scientifiques de haut niveau, pour inventer l'électronique de demain : c'est l'ambition de LumoMat-E, la nouvelle École universitaire de recherche (EUR). Le projet, porté par l'Université d'Angers et son laboratoire de chimie Moltech-Anjou, fait partie des lauréats de l'appel à projets lancé dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir.



La recherche sur les matériaux moléculaires est au cœur de l'EUR LumoMat-E.

L'EUR LumoMat-E (Lumière MOlécule MATériaux) figure parmi les 24 projets retenus (sur 81 candidatures) suite à la 2<sup>e</sup> vague de l'appel à projets «Écoles universitaires de recherche» du Programme d'investissements d'avenir.

S'inscrivant dans le prolongement du projet de Recherche Formation Innovation (RFI) LumoMat, soutenu par la Région des Pays de la Loire et Angers Loire Métropole jusque fin 2019, LumoMat-E « a pour objectif de créer un centre d'excellence dans l'Ouest de la France, dans le domaine des matériaux moléculaires pour l'électronique organique et la photonique », explique Marc Sallé, coordinateur scientifique de l'EUR.

L'EUR est focalisée sur trois principaux domaines d'application : les matériaux pour l'énergie ; les matériaux pour la santé et l'environnement ; et, les matériaux pour le stockage et le transport d'informations, les systèmes nanostructurés et l'imagerie. Ces domaines sont tous reliés à des applications industrielles, appelées à fortement se développer dans la prochaine décennie.

Porté par l'UA, le projet regroupe les forces scientifiques de quatre unités mixtes CNRS-Université (Moltech-Anjou, ISCR, Ceisam, IMN) émanant de trois sites universitaires voisins (Angers, Rennes, Nantes). Ainsi sont rassemblés plus de 150 chercheur-e-s de haut niveau couvrant toute la chaîne de valeur (conception moléculaire, synthèse, spectroscopie et dispositifs) dans le domaine des matériaux moléculaires.

### Rapprocher recherche et formation

Le projet, financé pour 8 ans, a pour ambition de proposer un parcours de formation se rapprochant du modèle anglo-saxon des *Graduate Schools*, et intégrant une forte dimension internationale. « Le cœur du réacteur, confirme Marc Sallé, c'est la formation de master que nous allons le plus possible rapprocher du doctorat et de la recherche ».

Pour ce faire, dix mesures clés, déclinées en trois axes d'actions, vont être déployées. Afin d'attirer des talents, des bourses d'excellence seront par exemple offertes aux meilleurs étudiants.

La dimension internationale de la formation sera renforcée avec, entre autres, des bourses de mobilité ou des cours intégralement assurés en anglais (ce qui est déjà le cas pour la 2<sup>e</sup> année du master de chimie LumoMat dispensée à Angers). « Nous ambitionnons à terme d'accueillir des promotions composées pour moitié d'étudiants étrangers ». Dix partenaires internationaux de premier plan (dont sept européens) seront activement associés au projet. « Ils pourront nous envoyer des enseignants-chercheurs, pour des sessions de cours, accueillir des stagiaires, organiser avec nous des écoles d'été... »

Enfin, dans la même dynamique que l'actuel RFI LumoMat, l'EUR a l'intention d'interagir étroitement avec le monde socio-économique, notamment en proposant des possibilités de master en alternance dès la première année.

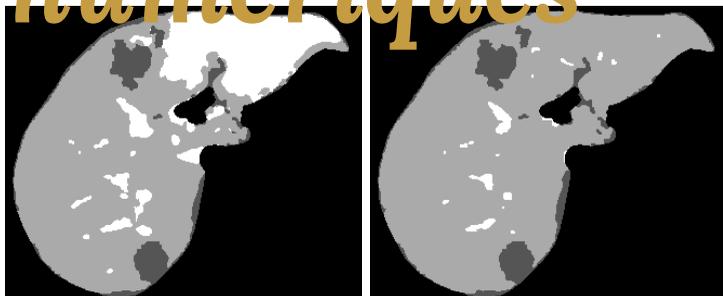


RUBRIQUE

*MathStic*

Une solution  
pour faciliter l'

# interprétation des images numériques



Scanner de foie sans la méthode (à gauche) et avec la méthode (à droite) avec une meilleure classification des pixels.

Dans un article paru dans la sélective revue de l'Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens, *IEEE*

*Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* (facteur d'impact = 17,30),

Jean-Baptiste Fasquel et Nicolas Delanoue, informaticiens chercheurs au Laris, spécialisés en intelligence artificielle appliquée à l'analyse d'images, ont proposé une méthode innovante qui améliore l'interprétation des images numériques et limite le risque d'erreurs, ce qui peut s'avérer précieux dans l'aide au diagnostic médical notamment.

Les explications  
de Jean-Baptiste Fasquel.

*L'imagerie numérique est aujourd'hui largement développée, mais des progrès restent à réaliser dans l'analyse de ces images...*

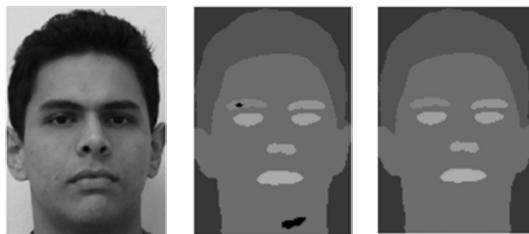
**Jean-Baptiste Fasquel** : Oui, car l'ordinateur agit de façon machinale : il commence en général par le pixel en haut à gauche de l'image et continue en ligne en considérant chacun des pixels relativement indépendamment du contexte, sans prendre en compte les informations macroscopiques que nous nous considérons. Si vous lui demandez d'analyser la photo d'un panneau de sens interdit, mais que celui-ci n'est pas éclairé de manière uniforme, il va reconnaître la barre blanche au centre mais risque de découper la zone rouge en différentes sous-régions en fonction de la lumière qu'elles renvoient, sans parvenir à considérer qu'il s'agit en fait d'un même ensemble. Par apprentissage, le cerveau humain arrive à voir ces informations globales. Face à une image médicale, un médecin va très vite se repérer : il connaît l'anatomie, sait que les os sont là, que la zone du foie est ici, et, s'il suspecte une tumeur du foie, il va regarder... le foie, chercher une tâche plus sombre caractéristique.

L'objectif de notre article était de proposer une méthode originale qui permette à la machine, à travers des algorithmes, de se rapprocher de cette capacité d'interprétation de l'être humain.

**De quelle manière concrètement ?**

**J-B.F.** : Notre proposition se base sur les graphes (que l'on retrouve aussi dans les réseaux sociaux) : il s'agit de nœuds, associés à des régions ou des objets présents dans l'image, et des relations entre ces régions ou objets comme les positions relatives ou les différences photométriques. Par exemple, pour un visage : les cheveux sont «au-dessus» du front, le front «au-dessus» des yeux, les yeux «au-dessus» du nez, etc. La tumeur hépatique est «dans» le foie, au scanner médical, elle apparaît «plus sombre» que le foie...

La difficulté a été de faire correspondre ces graphes avec les régions répertoriées par l'ordinateur. Et c'est là que la partie algorithmique a été importante, pour faire en sorte que l'ordinateur puisse réunir des sous-régions en une même entité, et non plus multiplier les sous-régions. Cela limite les zones parasites, et donc facilite l'interprétation de l'image, ce qui peut être un atout dans le cas d'un diagnostic médical, même si le champ d'application de notre méthode est bien plus large.



Dans cet exemple, l'ordinateur avait initialement mal analysé le visage, en plaçant à tort des cheveux dans le cou de l'homme (au milieu).

## « Permettre à la machine de se rapprocher de la capacité d'interprétation de l'être humain »

### En quoi votre approche est-elle innovante ?

**J-B.F.** : Notre publication s'appuie sur des recherches antérieures, et notamment des travaux sur les relations que j'ai pu mener avant mon arrivée à Angers au sein de l'Ircad à Strasbourg, où pendant 7 ans j'ai pu développer des algorithmes d'analyse d'images.

Ce qui est nouveau, c'est l'approche qualitative et la simplicité de l'information utilisée : « plus clair », « plus sombre », « à gauche », « en haut »... Des termes très simples, sans degré de valeurs. Cela en fait un système robuste, plus compréhensible pour l'humain tout en étant exploitable par l'ordinateur.

### Quelle suite a été donnée à cette publication ?

**J-B.F.** : Ces travaux ont débouché sur le projet APACoSI (Apprentissage Profond et Connaissances Structurelles pour l'analyse d'Images) que je porte. Il associe le Laboratoire angevin de recherche en ingénierie des systèmes (le Laris), le *Trinity College* de Dublin, le Laboratoire des sciences du numérique de Nantes et le Laboratoire de traitement et communication de l'information de Télécom Paris.

APACoSI est centré sur le *deep learning*. L'apprentissage profond est très prometteur en matière d'analyse d'images, mais le système a besoin de se corriger pour apprendre et s'améliorer. Nous essayons d'utiliser les graphes et ces relations macroscopiques pour permettre aux réseaux de neurones profonds d'éviter les erreurs grossières : un œil ne peut pas se trouver au milieu du menton.

Une thèse, financée par l'Université d'Angers et le RFI Atlanstic 2020 est en cours. Le docteur, Jérémy Chopin, a fait une présentation remarquée en juillet 2020 aux Rencontres des jeunes chercheurs en intelligence artificielle, ce qui débouchera sur une publication dans la revue annuelle de l'Association française d'intelligence artificielle. Ces travaux ont également été récemment présentés au congrès annuel de l'*International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications* (IPTA).

Un deuxième projet, avec la même approche, a émergé en lien avec le CHU d'Angers. Une thèse, co-encadrée par Mickaël Dinomais, professeur de médecine physique et rééducation fonctionnelle, et moi-même a débuté en novembre 2020 sur un sujet beaucoup plus applicatif. Il s'agit de travailler sur l'analyse d'images IRM de lésions cérébrales par apprentissage profond et connaissances structurelles, l'idée étant de s'appuyer sur les relations macroscopiques entre les différentes régions anatomiques sur cerveau.

## À propos des auteurs

**Jean-Baptiste Fasquel** est professeur en science de l'informatique à l'IUT Angers-Cholet. Responsable de l'équipe Information, Signal, Image et Sciences du Vivant (ISISV) au sein du Laris, il est spécialisé dans le traitement d'images médicales.

**Nicolas Delanoue** est maître de conférences en science de l'informatique à Polytech-Angers. Membre de l'équipe Systèmes dynamiques et optimisation (SDO) au sein du Laris, il est spécialisé dans la création d'algorithmes numériques.

Référence de l'article : Fasquel J.-B., Delanoue N. (2019). A Graph Based Image Interpretation Method Using A Priori Qualitative Inclusion and Photometric Relationships. In *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(5), pp. 1043-1055.

*« L'idée est de regarder  
des objets mathématiques  
et d'aboutir à une classification  
de ces objets grâce à  
leurs symétries »*

# Susanna Zimmermann

Médaille  
de bronze  
CNRS

La mathématicienne du Larema, spécialiste de géométrie birationnelle, a été retenue dans la liste des lauréats de la prestigieuse médaille de bronze du CNRS.



Susanna Zimmermann a rejoint l'UA en 2017.

Elle s'intéresse à une discipline plurimillénaire, la géométrie algébrique, déjà étudiée au temps des Grecs. Au cœur de la matière : utiliser des méthodes algébriques pour faire de la géométrie, et des méthodes géométriques pour faire de l'algèbre. Plus précisément, Susanna Zimmermann se creuse la tête sur des problèmes de géométrie birationnelle. **«Par exemple, si l'on veut comparer des surfaces différentes grâce à des équations polynomielles. On est vraiment dans de la recherche fondamentale».**

Originaire du canton montagneux de Glaris, la Suisse de 33 ans a rejoint l'Université d'Angers et son laboratoire de mathématiques, le Larema, en 2017, après un doctorat à Bâle et un post-doctorat à Toulouse. Ses travaux ont rapidement attiré l'attention. **«En collaboration avec les mathématiciens Jérémy Blanc de l'Université de Bâle et le Toulousain Stéphane Lamy, nous avons répondu à une question qui était en suspens depuis plus d'une centaine d'années, et nous avons trouvé une manière de rassembler des méthodes pour y répondre».**

## « Reconnaissance »

En 2019, Susanna Zimmermann a été retenue au titre de l'appel à projets régional Étoiles montantes, qui vise à accélérer les travaux de jeunes chercheurs portant des thématiques prometteuses. Elle déposera prochainement un dossier de candidature pour la très sélective bourse de l'European Research Council (ERC). **«L'idée est de regarder des objets mathématiques et d'aboutir à une classification de ces objets grâce à leurs symétries»**, résume la maîtresse de conférences. Ce début de carrière vient d'être salué par le CNRS, qui lui a attribué sa médaille de bronze 2020. **«Je suis très heureuse. C'est aussi une reconnaissance pour mon domaine, celui des maths pures. Domaine où les femmes sont peu nombreuses, donc c'est encore mieux».**

## Laurent Meersseman

### Le lien franco-mexicain

À la tête du Laboratoire angevin de recherche en mathématiques (le Larema), Laurent Meersseman occupe des fonctions internationales depuis l'été 2020. En juillet, ce spécialiste de géométrie complexe est devenu directeur-adjoint du Laboratoire Solomon-Lefschetz, du nom de ce mathématicien américain d'origine russe, diplômé de Centrale Paris, et connu pour ses travaux en topologie algébrique.

Né en 2009 à l'initiative du CNRS et de l'agence de financement de la recherche mexicaine (CONACYT), le Laboratoire Solomon-Lefschetz est basé au sein de l'université nationale autonome de Mexico. Dirigée par le Mexicain Jose Seade, cette unité mixte internationale a pour unique but d'encourager les collaborations entre les deux pays dans le domaine des mathématiques. **« Nous finançons des missions, de préférence autour de projets collaboratifs, dans les deux sens. Un accueil en délégation CNRS à Mexico est aussi possible »**, résume Laurent Meersseman, chargé de promouvoir les possibilités offertes par ce dispositif et d'examiner les candidatures.



RUBRIQUE

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

## Modélisation des paysages

# Google mise sur l'UA

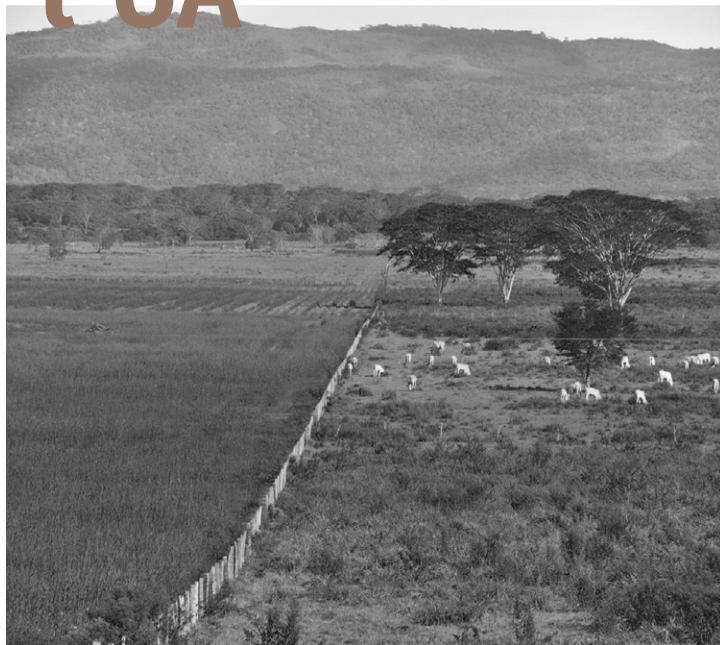
Maître de conférences en gestion de la biodiversité, Pierre-Cyril Renaud fait partie des derniers lauréats du prestigieux *Google Faculty Research Awards Program*. La bourse de 75 000 \$ va permettre de financer le développement de nouvelles techniques d'évaluation de la dynamique des paysages aux interfaces nature/agriculture.

MIT, Harvard... Chaque année, Google attribue à des chercheurs-e-s d'universités renommées des bourses pour faire avancer des thématiques intéressant le géant américain. Pierre-Cyril Renaud figure dans la liste des lauréats 2019-2020, aux côtés de sa consœur sud-africaine Alta de Vos (*Rhodes University*).

Les deux enseignants-chercheurs ont soumis leur candidature à la suite de leur collaboration au sein du programme Casest, soutenu par la Région Pays de la Loire. Dans ce cadre, un consortium international a étudié pendant 3 ans les zones périphériques de trois grands parcs nationaux au Brésil, Zimbabwe et Afrique du Sud. Les paysages aux abords de ces zones protégées voient coexister activités agricoles et biodiversité, ce qui peut générer des conflits Homme/Nature.

La modélisation des transformations des paysages sous l'effet des activités humaines a mis en évidence l'importance de la connectivité socio-écologique dans la gestion durable de ces territoires. La bourse de Google va permettre de pousser plus en avant les nouvelles techniques et approches qui ont émergé, grâce aux travaux d'une post-doctorante, Beatriz Bellón.

La nouvelle méthodologie va notamment être testée au Brésil.



«Classiquement, on évalue l'évolution des paysages par catégorie d'utilisation des terres : forêt, cultures, etc. On obtient des zones d'implantation majoritaire, mais pas un reflet réel, déplore Pierre-Cyril Renaud. Et cela demande d'aller régulièrement vérifier sur le terrain.»

### Cartes dynamiques

Le nouveau projet repose sur l'exploitation d'images satellite gratuites. Les cartes ainsi obtenues seront plus dynamiques, actualisées. «Cela nous permettra de suivre l'évolution des pratiques, de constater par exemple qu'au Brésil, on ne fait plus un cycle de cultures de soja par an, mais deux. Et ce n'est pas du tout la même chose en termes de biodiversité». Autre avantage : la précision. «On connaîtra le degré d'homogénéité ou d'hétérogénéité d'un territoire. Plus un paysage est homogène, plus la connectivité sociale tend à s'appauvrir, et plus les conflits augmentent. Alors que dans un paysage hé-

## Suivre l'évolution des pratiques via les images satellite gratuites

térogène, on peut envisager une coexistence entre la production agricole et la conservation de la biodiversité, explique le chercheur. Ce sont pour nous des zones prioritaires car elles réconcilient la production de nourriture et la préservation d'écosystèmes – même réduits – fonctionnels, et créent des connections avec les aires protégées».

Durant 1 an, la nouvelle méthodologie va être finalisée et testée sur deux terrains d'études au Brésil et au Zimbabwe. Beatriz Bellón travaillera en collaboration avec deux partenaires Google. Les premiers résultats seront présentés en 2021. S'ils sont probants, ces travaux pourraient donner naissance à une nouvelle application sur *Google Earth Engine*.

# Une locomotive

pour retrouver  
du travail

Le laboratoire ESO-Angers est partie prenante du projet expérimental « Locomotive ». Son objectif : repenser la méthodologie d'accompagnement des demandeurs d'emploi très éloignés du monde du travail pour la rendre plus efficace et mieux adaptée aux contextes locaux.

La crise sanitaire actuelle est source d'une crise sociale. Fermetures d'usines, licenciements, précarité : les indicateurs ne sont pas bons. Le nombre de demandeurs d'emploi ne cesse de croître et le marché du travail est fragilisé. Un obstacle supplémentaire pour ceux déjà éloignés du monde du travail depuis longtemps. Pour les aider à voir le bout du tunnel, le ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion a validé en septembre 2020 un projet expérimental dans le cadre d'un Plan d'investissements dans les compétences (PIC) concernant l'inclusion. Intitulé « Locomotive » et doté de 2,4 M€, ce dernier est coordonné par la Société coopérative d'intérêt collectif (SCIC) nommée « Régie des écrivains » et basée à Schiltigheim dans le Bas-Rhin. Le projet est porté au niveau des territoires par cinq structures : trois missions locales dont une basée à Cholet, le centre social de Chemillé et le laboratoire Espaces et Sociétés (ESO) de l'Université d'Angers qui aura en charge la mesure de l'impact du dispositif.

« L'idée est de mettre en place une nouvelle logique d'accompagnement des demandeurs d'emploi peu ou pas qualifiés ou des personnes en situation de handicap très éloignées de l'emploi afin de la rendre plus efficace et davantage en phase avec les réalités locales. L'objectif est aussi d'améliorer la coordination entre les différents acteurs du monde de l'emploi », résume Emmanuel Bioteau, directeur du laboratoire ESO.

## Chemin de faire

La Locomotive a pour ambition de faire diminuer de 24 mois la durée moyenne nécessaire à un demandeur d'emploi pour se réinsérer sur le marché du travail. Pour cela, le projet souhaite que le demandeur d'emploi soit acteur de son propre parcours. « Au-delà de l'aspect compétence professionnelle, il faut aussi comprendre l'environnement social du demandeur d'emploi pour mieux l'aider », détaille le géographe. D'où la métaphore du « chemin de faire » qui est à l'origine du nom de « Locomotive ».

## Plusieurs enquêtes

Pour ce projet, l'unité ESO-Angers va mobiliser au moins cinq personnes et intervenir à plusieurs niveaux. En janvier 2021, elle va réaliser un travail d'enquête auprès de la trentaine de partenaires du projet pour repérer leurs motivations à s'inscrire dans celui-ci. Ensuite, ce sera une enquête de suivi de cohorte d'une durée de 3 ans, rassemblant 2 000 personnes avec des mises en exergue qui seront faites sur des parcours individuels.

Au-delà de l'aspect scientifique et de l'analyse universitaire traditionnelle, le laboratoire va avoir un rôle de co-producteur du rapport final. « Nous mesurerons l'impact des mesures mises en place. On restituera des indicateurs montrant la réussite ou les limites du projet », précise Emmanuel Bioteau qui sera le référent de ce projet pour ESO-Angers. Si la « Locomotive » arrive à destination, le projet pourrait ensuite être étendu à l'ensemble du territoire national.



Le projet se focalise sur les personnes éloignées de l'emploi.

« Une nouvelle logique  
d'accompagnement  
en phase avec  
les réalités locales »

Un livre qui casse

# les mythes accolés au surf

—

Christophe Guibert, sociologue à l'UA, a dirigé un ouvrage collectif qui fait la synthèse des pratiques plurielles liées au surf à travers le monde. Dans ce livre intitulé *Les Mondes du surf. Transformations historiques, trajectoires sociales, bifurcations technologiques*, les chercheur-e-s apportent une analyse qui permet de tordre le cou aux mythes et préjugés qui entourent l'activité souvent présentée comme une contre-culture aux codes très établis.



Christophe Guibert a dirigé l'ouvrage collectif *Mondes du surf*.

« Le surf n'est que ce que les individus en font »

Des surfeurs qui bravent l'interdit pour s'adonner aux plaisirs de la glisse. Voilà comment, mi-novembre 2020, une radio publique illustrait un sujet sur les Français qui ne respectent pas le confinement. Un choix qui ne doit rien au hasard, selon Christophe Guibert, sociologue à l'UA : « **On réduit souvent le surf à des valeurs d'oisiveté, de liberté, de défiance à l'égard de l'ordre établi, voire même parfois à la consommation de produits illicites. Mais le surf ne peut se réduire à cette vision naïve de contre-culture de plage.** »

Pour démontrer la pluralité de la pratique et casser les mythes qui l'entourent, Christophe Guibert a dirigé l'ouvrage *Mondes du surf* publié aux Éditions de la Maison des sciences de l'Homme d'Aquitaine (1). « **Ce livre permet de mettre en lumière les avancées des connaissances sur le surf sous l'angle des sciences sociales** », précise l'enseignant-chercheur de l'Esthna, membre de l'unité Espaces et Sociétés (ESO-Angers). Les diverses approches du sujet – sociologique, géographique, économique, historique – se complètent et visent à interroger un « **fait social total** ».

Dans ce livre, on retrouve des articles consacrés à l'économie du surf au Maroc, l'emploi des moniteurs de surf au Brésil et à Taïwan ou encore le développement des vagues artificielles. Une variété qui casse l'image du surf qui serait une pratique unique à travers le monde, avec une culture spécifique. « **Le surf n'a pas de valeurs en soi, il n'est que ce que les individus en font. On ne peut donc essentialiser cette activité. Pour certains, c'est une pratique professionnelle. Pour d'autres, c'est un loisir estival, une activité sportive ou cela renvoie à l'idée de voyage et de découverte** », détaille le responsable des formations liées au tourisme littoral dispensées aux Sables-d'Olonne.

## « Le moniteur sympa »

Si la discipline s'apprête à faire son entrée aux Jeux olympiques, « **la pratique compétitive reste quantitativement très modeste. En revanche, les écoles de surf sont en plein essor avec à la clef la création de centaines d'emplois en période estivale sur les littoraux français. Là, souvent, vous avez à faire à un moniteur bronzé, sympa, souriant qui vend des prestations d'initiation et qui véhicule les mythes autour du surf. Cette interaction sociale participe d'une vision enchantée en euphémisant le rapport commercial de la prestation marchande.** »

L'iconographie associée aux surfs des valeurs parfois trompeuses.



## Le surf et ses paradoxes

Pourquoi le surf est-il souvent réduit à une sorte de caricature ? Pour Christophe Guibert, la réponse est double : **« Il y a d'abord le discours marketing des marques de surf qui entretiennent ce mythe de la liberté, de beaux paysages afin de faire vendre. Il y a aussi le rôle de la presse spécialisée française sur le sujet. Pendant très longtemps, celle-ci s'est autorisée à recopier et traduire des articles de la presse nord-américaine en véhiculant sans garde-fou les valeurs californiennes adossées au surf »**. De quoi faire oublier qu'à ses débuts en France, dans les années 1950-60, le surf est pratiqué par les élites, au sens sociologique, et sponsorisé par des marques de luxe. Une réalité bien loin de l'image des hippies et des beatniks. Ce paradoxe n'est pas le seul à agiter les mondes du surf. Le rapport à l'environnement en est un autre. **« Le surf est souvent montré comme un moyen d'avoir un lien avec la nature. C'est vrai. Par contre, ce n'est pas une pratique verte et respectueuse de l'environnement : les combinaisons sont souvent réalisées à base de néoprène, un matériau très polluant, les planches sont fabriquées à base de pétrole et aller sur des beaux spots nécessite des mobilités en voiture ou pire en avion »**.

Autre paradoxe : le rapport à l'esthétique. **« On dit que c'est un univers ouvert où l'on rabat les codes mais pourtant il y a de fortes injonctions concernant la plastique des corps, surtout pour les femmes. Il y a peu, une surfeuse brésilienne membre du top 10 mondial s'est retrouvée sans sponsors car son physique ne correspondait pas à l'esthétique corporelle que les magazines souhaitent mettre en avant »**. Dans la même veine, une surfeuse afro-américaine est récemment montée au créneau pour dénoncer le manque de diversité ethnique dans son sport. Autant de potentiels futurs sujets d'étude pour Christophe Guibert et ses collègues.

(1) *Les Mondes du surf. Transformations historiques, trajectoires sociales, bifurcations technologiques*, rédigé sous la direction de Christophe Guibert, est paru fin 2020 aux Éditions de la Maison des sciences de l'Homme d'Aquitaine (284 pages).

## Le marketing et la presse entretiennent les mythes

### Autres parutions récentes

— *Selfies et stars, Politique et culture de la célébrité en France et en Amérique du Nord*, de François Hourmant, Mireille Lalancette et Pierre Leroux, aux Presses universitaires de Rennes (PUR), collection Res Publica.

— *Le restaurant, une approche géographique. De l'invention aux destinations touristiques gourmandes*, d'Olivier Etcheverria, aux éditions Iste, collection Sciences, société et nouvelles technologies.

— *Figures de l'emploi touristique*, de Gwenaëlle Greffe et Dominique Peyrat-Guillard, aux éditions Iste, collection Sciences, société et nouvelles technologies.

— *Scènes locales, clusters culturels et quartiers créatifs. Les ressorts et enjeux territoriaux du développement culturel*, de Sandrine Émin et Nathalie Schieb-Bienfait, aux Presses universitaires de Rennes (PUR), collection Économie, gestion et société.

— *Abécédaire de la géographie de la santé, Dimension territoriale de la santé*, sous la direction de Sébastien Fleuret, Clélia Gasquet-Blanchard et Anne-Cécile Hoyez, aux éditions Matériologiques, collection Épistémologie de la médecine et du soin.

— *Valeurs coopératives et nouvelles pratiques de gestion*, avec les contributions de Christophe Maurel et François Pantin, aux éditions EMS, collection Gestion en liberté.

— *Valeurs de la culture. Méthodes et concepts à l'épreuve du pluralisme*, de Chloé Langeard, aux Presses universitaires de Rennes (PUR), collection Économie, gestion et société.

— *L'arnaque à la nigériane. Spams, rapports postcoloniaux et banditisme social*, de Nahema Hanafi, aux éditions Anacharsis.

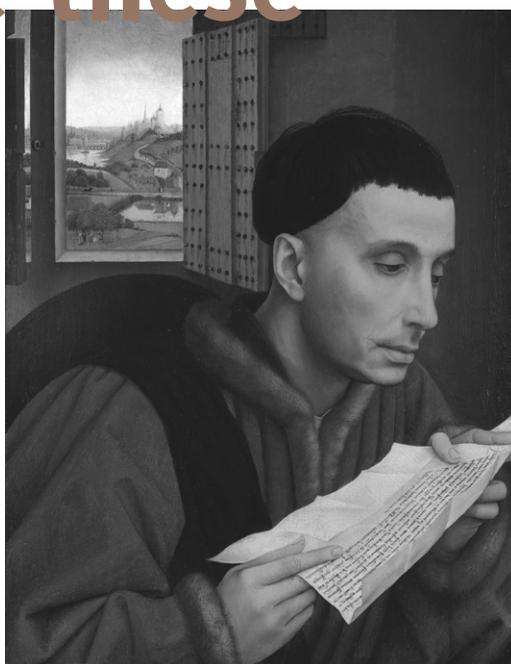
— *Populisme et néolibéralisme*, de David Cayla, aux éditions De Boeck supérieur.

**«C'est source  
d'une saine émulation  
pour nos doctorants»**

« Droit, justice et équité »

# Un nouveau prix de thèse

Le 1<sup>er</sup> octobre 2020, l'Université d'Angers et le Fonds Saint-Yves ont signé une convention de partenariat. Son but : valider la création d'un prix de thèse qui sera décerné à un-e jeune docteur-e en droit diplômé du Centre Jean Bodin.



Saint-Yves est le saint patron de toutes les professions de justice et de droit.

Saint-Yves est le patron de toutes les professions de justice et de droit, notamment des avocats. Prêtre au XIII<sup>e</sup> siècle, il défendait tous les individus quelle que soit leur condition sociale. Ce juriste savant a été canonisé. Un fonds éponyme organise de nos jours des conférences et séminaires, ainsi que des consultations juridiques gratuites.

Ce Fonds Saint-Yves, basé à Tréguier (Côtes d'Armor) octroie également des prix à des travaux d'étudiants en lien avec les valeurs défendues par ce saint. C'est dans ce cadre que l'Université d'Angers (UA) et le Fonds Saint-Yves viennent de signer une convention de partenariat. Celle-ci permet la création d'un prix de thèse « Droit, justice et équité ». Il sera attribué chaque année à un jeune chercheur du Centre Jean Bodin.

## « Un prix inédit »

Les membres fondateurs de ce prix sont Yves Avril, ancien bâtonnier et président honoraire du Conseil de discipline des avocats du ressort de la Cour d'appel de Rennes, Hubert Chancerelle, président du Fonds Saint-Yves, Félicien Lemaire, directeur du Centre Jean Bodin et Caroline Duparc, directrice de l'Institut d'études judiciaires de l'UA, à l'initiative du partenariat.

« C'est un prix inédit car il est dédié aux doctorants d'un laboratoire. C'est une chance supplémentaire et source d'une saine émulation pour nos doctorants », se réjouit Félicien Lemaire, professeur de droit public à l'UA. Ce spécialiste en droit constitutionnel souligne « l'exigence scientifique » liée à ce prix qui sera doté d'un montant de 3000€ pour le lauréat dans l'objectif d'une publication.

## Conditions pour présenter sa candidature

Le prix est ouvert à tous les docteurs en droit diplômés du Centre Jean Bodin. Pour concourir, la thèse doit avoir été soutenue l'année universitaire en cours. Pour les années précédentes, les conditions pour présenter une candidature seront communiquées lors de l'ouverture de chaque concours. Nul ne peut présenter sa candidature plus de deux fois au prix. La thèse doit être rédigée en langue française.

Informations supplémentaires : <http://centrejeanboduniv-angers.fr>

# FemEnRev

## Les revues féministes mises en lumière

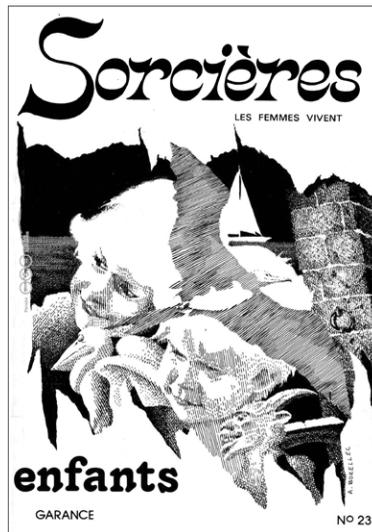
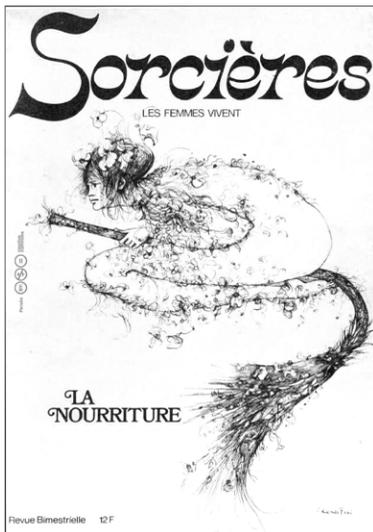
En 2000, le Centre des archives du féminisme (CAF) voyait le jour à Angers, à l'initiative de Christine Bard, professeure d'histoire contemporaine spécialiste de l'histoire des femmes, du genre et du féminisme. Le centre conserve aujourd'hui une soixantaine de fonds, provenant d'associations ou de personnalités féministes françaises. Parmi ces archives : un ensemble de revues féministes éditées tout au long de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle.

Cette source documentaire, accueillie dans une université en pointe sur les recherches sur le genre, est reconnue au plan national.

Elle a reçu il y a 4 ans le label Collections d'excellence pour la recherche (CollEx-Persée). Elle fait désormais l'objet d'une importante valorisation grâce au programme FemEnRev, lauréat de l'appel à projets CollEx-Persée 2019-2020.

Porté par l'UA, FemEnRev associe une quinzaine de scientifiques. Le premier travail de ce comité, formé à l'initiative de Magali Guaresi, docteure en histoire de l'Université de Nice et partenaire (1), a été d'identifier les sources les plus pertinentes, « **intéressantes pour de futures recherches** », explique Christine Bard.

Démarré en juillet 2020, le programme FemEnRev va permettre de numériser, d'enrichir et de mettre à disposition des équipes de recherche du monde entier des collections de revues féministes de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle qui sont conservées à Angers.



## 50 000 pages numérisées

Une vingtaine de titres publiés entre 1944 et 2019, de manière indépendante ou par diverses structures, ont été retenus. « **Nous allons commencer par reconstituer les collections complètes de ces journaux et revues difficiles à trouver, à partir de ce qui est conservé par le CAF à Angers, mais aussi par la Bibliothèque Marguerite Durand à Paris, la Contemporaine à Nanterre, et la Bibliothèque nationale de France si nécessaire** », détaille Nathalie Clot, directrice des bibliothèques universitaires angevines, membre du comité de pilotage du projet FemEnRev. Quelque 50 000 pages vont être numérisées et mises à disposition du public sur un site dédié du portail Persée. « **On rassemble des choses dispersées et on les met dans une vitrine** », résume Nathalie Clot. Une première collection des 25 numéros de *Sorcières*, sortis de 1975 à 1982, est d'ores et déjà consultable.

La revue féministe *Sorcières*, qui a paru de 1975 à 1982, est consultable en ligne : <https://femenrev.perssee.fr>



« Mieux comprendre  
les caractéristiques  
et les évolutions  
de la presse féministe »

# Histoire

Christine Bard  
et Philippe Blaudeau  
membres de l'IUF

Chaque numéro, chaque article est accompagné de multiples informations (fiche bibliographique, mots clés permettant de réaliser des recherches thématiques, etc.). **« L'équipe de recherche mobilisée sur ce projet, précise Christine Bard, intervient dans la présentation des revues, des contributrices, apporte des explications sur les conditions de fabrication du journal, de son écho... Il y a tout une activité scientifique autour. Grâce au travail de la commission audiovisuelle de l'association Archives du Féminisme, animée par Marine Gilis, doctorante au sein de l'unité Temos, nous allons même y adjoindre des vidéos d'entretiens réalisés avec des actrices de cette presse alternative pour avoir des réponses sur les conditions de fabrication et de diffusion ».**

## Connaissance de la presse féministe

Le projet, soutenu sur 2 ans à hauteur de 92000€ par CollEx-Persée, va offrir aux chercheuses et chercheurs du monde entier un accès à une mine de sources qualitatives. **« Je pense que cela va permettre de faire un bond en avant sur la connaissance de l'expression féministe, poursuit Christine Bard. Très peu de publications abordent pour le moment le féminisme sous l'angle de la presse. Grâce à ces revues, nous devrions mieux comprendre les caractéristiques et les évolutions de la presse féministe et mieux connaître leurs rédactrices, sur lesquelles des recherches biographiques seront menées ».**

Autre apport attendu : **« Le projet devrait permettre de renouveler l'iconographie féministe, estime Nathalie Clot, en élargissant la vision que l'on peut avoir d'une époque ».**

Deux membres de l'UA et du laboratoire Temos font partie de la promotion 2020 des membres seniors de l'Institut universitaire de France (IUF). Comme 33 autres enseignante-s-chercheur-e-s français, Christine Bard et Philippe Blaudeau ont été nommés le 1<sup>er</sup> octobre pour une durée de 5 ans.

Professeure d'histoire contemporaine, spécialiste de l'histoire du féminisme et de la révolution sexuelle, Christine Bard compte mettre à profit ce temps pour travailler sur les voix d'écrivaines sur l'émancipation sexuelle, en France et ailleurs, de la fin du XIX<sup>e</sup> au début du XXI<sup>e</sup> siècle. Son projet devrait aboutir au dépôt d'une candidature auprès de la bourse européenne ERC *Advanced Grant*. Professeur d'histoire romaine, spécialiste de l'Antiquité chrétienne, Philippe Blaudeau développera son concept de « géo-ecclésiologique », qui donne à voir l'impact territorial et géopolitique des luttes doctrinales. Le titre de son projet : « Alternatives géo-ecclésiologiques. Études des missions de l'Église définies par les communautés jugées dissidentes dans l'Empire romain (IV<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> s.) ».

(1) Le projet associe sept partenaires : l'unité de recherche Temos (UA), l'équipe Idex "ExFEM", soutenue par l'Université Côte d'Azur, le Service commun de la documentation et des archives de l'Université d'Angers, la Bibliothèque Marguerite Durand (BMD), à Paris, la Contemporaine (ex BDIC), à Nanterre, la Bibliothèque nationale de France (BNF), Persée.

# Des insectes

dans nos assiettes ?

Le programme ANR Cri-Kee, piloté par le Groupe de recherche angevin en économie et mangement (Granem), tente de comprendre les mécanismes qui freinent ou encouragent la consommation alimentaire d'insectes.



Différentes dégustations ont été organisées par Gaëlle Pantin-Sohier, comme ici à la Nuit des chercheurs à Angers, en septembre 2019.

On le sait, les insectes ont une valeur nutritive. En 2014 dans un rapport, la FAO, organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, indiquait même que leurs protéines pouvaient constituer une alternative intéressante à la viande. Chaque Français en consomme d'ores et déjà un demi-kilo chaque année, par accident ou sous forme de colorants (E120). De là à en ingurgiter volontairement...

Quelle représentation avons-nous des insectes en tant qu'aliment ? Quels sont les mécanismes d'acceptabilité, comment lever les freins à leur diffusion dans l'alimentation humaine ? Ces questions sont au cœur du programme de recherche Cri-Kee (*Consumption and representations of insects - Knowledge on their edibility in Europe*). Soutenu par l'Agence nationale de la recherche (ANR), il a été lancé en octobre 2019 pour 3 ans.

Spécialiste du comportement des consommateurs et des innovations alimentaires, Gaëlle Pantin-Sohier, professeure de marketing à l'UA, coordonne le projet né de travaux antérieurs. «**En 2015, une première étude auprès de jeunes consommateurs français avait montré qu'ils étaient plus ouverts à la consommation d'insectes que leurs aînés, rappelle l'enseignante-chercheuse membre du Granem. Mais nous avons aussi constaté qu'il y avait beaucoup plus de freins que de motivations**».

## Importance du packaging

Trois axes de recherche ont été définis pour le programme Cri-Kee qui rassemble une trentaine de chercheur·e·s français et étrangers de différentes disciplines (marketing, sociologie, psychologie, droit...). Le premier, emmené par Céline Gallenz (IAE Nantes) s'intéresse à la représentation des insectes en tant qu'aliment et vise à définir des profils de consommateurs susceptibles d'être davantage séduits par ces produits (flexitariens, sportifs...). Le deuxième axe, piloté par Joël Brée (Université de Caen), porte sur les enfants qui peuvent être des prescripteurs pour leur famille.

Gaëlle Pantin-Sohier (IAE Angers) et une dizaine de collègues explorent un troisième axe : les problématiques de design, packaging et circuits de distribution des produits qui vont faciliter leur accessibilité. Une doctorante, Agathe Marie, travaille sur les aspects culturels et les différences qui existent en la matière entre Asie, Amérique du Sud et Europe.

## « Les industriels sont intéressés »

Différentes dégustations ont été organisées (avec des produits provenant de l'étranger, la commercialisation d'insectes n'étant pas légale en France). «**Ce que l'on constate sur les premiers tests, c'est que la représentation de l'insecte sur le packaging peut influencer l'acceptabilité**, indique Gaëlle Pantin-Sohier. **Si vous mettez une mouche, il y a trop d'aversion. Et il vaut mieux un dessin qu'une photo**». Avant de se lancer, «**les gens veulent beaucoup d'informations, savoir d'où viennent les insectes, dans quelles conditions ils ont été élevés, etc.**» Et mieux vaut que la bête ne soit pas trop reconnaissable. «**On a fait déguster des gâteaux à base de farine d'insectes, avec des taux d'acceptabilité proches de 100 %**».

## Intérêt des industriels

Les travaux de Cri-Kee sont suivis avec intérêt. «**Nous avons beaucoup de contacts avec des industriels, avec des éleveurs, qui veulent savoir comment lever les freins et sous quelles formes proposer les insectes**».



# Un espace d'analyse des comportements

ouvrira en 2021

Ces dernières années, les UserLab, plateforme d'analyse des comportements, se sont multipliés dans l'univers du numérique, permettant de tester l'ergonomie de tel site web, de telle application mobile. D'autres sont nés dans le monde de l'architecture, de la santé, **« mais dans le domaine des sciences humaines et sociales, c'est rare »**, constate Dominique Sagot-Duvaurox, directeur de la SFR Confluences qui regroupe les différentes équipes de recherche en sciences humaines et sociales de l'Université d'Angers. Le projet angevin va voir le jour au cœur du campus Belle-Beille. Une salle de presque 50 m<sup>2</sup> a été réservée dans la Maison de la recherche Germaine Tillion (MRGT). Elle va être équipée de différents dispositifs permettant de stimuler des individus ou des groupes, et d'enregistrer leurs réactions. Outre des ordinateurs, des écrans, un système de diffusion et de captation audio et vidéo, l'espace comprendra un diffuseur d'odeurs, des outils de mesures électro-physiologiques, d'analyse des expressions faciales, de suivi du regard (*eye tracker*)... Le tout devrait être opérationnel début 2021, grâce au recrutement de Florian Focone, ingénieur de recherche chargé du fonctionnement et de l'animation des lieux.

Le projet intéresse particulièrement le Groupe de recherche angevin en économie et management (Granem) et le Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire (LPPL). Le premier pourrait, par exemple, y mener des tests sur de nouveaux produits, ou étudier les réactions des consommateurs face à différents stimuli. Le second projette des expériences cognitives et neurocognitives dans différents environnements.

## Sonder le potentiel

**« L'idée, c'est que progressivement les autres chercheurs puissent comprendre le fonctionnement de cet espace, voient quel pourrait être son potentiel dans leurs recherches, et s'en emparent pour de nouveaux projets »**, explique Dominique Sagot-Duvaurox. Ce sera l'une des missions de l'ingénieur.

La création de ce poste et l'équipement de l'espace a été rendu possible grâce à des financements conjoints du Contrat de plan État-Région (CPER 2015-2020), du RFI Ouest Industries Créatives et de l'UA.

## Une salle pour stimuler des individus, des groupes

Un UserLab va voir le jour début 2021 au sein de la Maison de la recherche Germaine Tillion. Le projet, porté par la SFR Confluences, permettra dans un premier temps de réaliser des tests avec des individus ou des groupes, dans le domaine du marketing ou de la neuropsychologie.

## Réseau régional

Le projet revêt une dimension régionale, pilotée par la MSH Ange-Guépin. Le UserLab angevin sera ouvert à tous les chercheur·e·s et doctorant·e·s des Pays de la Loire, et rapidement connecté au UserLab de Nantes (autour du numérique) et à celui en gestation au Mans (autour de la pédagogie et du langage). **« Avoir des espaces connectés entre eux nous permettra d'accroître les capacités d'accueil pour un même test ou de dupliquer les expériences »**, précise le directeur de la SFR.

En théorie, l'installation dans les locaux de la MRGT ne sera que provisoire. **« Ce sera un peu un démonstrateur de ce que peut-être un UserLab »**, résume Clémence Guillemont, ingénieure d'études auprès des laboratoires de sciences humaines et sociales, qui a monté le dossier du projet. À terme, un espace spécifique dédié devrait être aménagé au sein de l'université, dans le cadre du CPER 2021-2026.

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

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

**Rédaction**  
Julien Chaillou et Cédric Paquereau,  
Direction de la communication UA

**Conception graphique**  
Adéline Caillon,  
Direction de la communication UA

**Impression**  
Imprimerie La Contemporaine (44)

**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**  
François Chotard, Cédric Paquereau,  
David Pell/CPU, Justine Colou  
James Gathany, Julien Chaillou  
Jean-Baptiste Fasquel, Pierre-Cyril Renaud  
Christophe Guibert, Sigmund  
Rogier van der Weydan, Françoise Ménager

**Couverture**  
*Brain of someone described as an "idiot"*,  
Wellcome Collection

# ours



