

POUSSES DE CHERCHEURS & CHERCHEUSES

Le journal pluridisciplinaire
de la Graduate School
Métiers de la Recherche et
de l'Enseignement Supérieur



université
PARIS-SACLAY

GRADUATE SCHOOL
Métiers de la Recherche
et de l'Enseignement
Supérieur

ÉDITO

La Graduate School Métiers de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (GS MRES) est heureuse de présenter le deuxième numéro de *Pousses de chercheurs & chercheuses*, une publication pluridisciplinaire qui valorise les travaux de recherche menés par les jeunes talents de l'ensemble de l'Université.

En complément des Graduate Schools et Institut disciplinaires ou thématiques de l'Université Paris-Saclay, la GS MRES joue un rôle transversal en proposant aux étudiants et étudiantes se destinant à la recherche et à l'enseignement supérieur des initiatives spécifiques. Ces actions leur offrent l'opportunité de se familiariser avec les métiers associés tout en favorisant le dialogue entre disciplines.

Dans cette dynamique, la deuxième édition du Congrès junior pluridisciplinaire s'est déroulée le 8 juin 2023, rassemblant plus d'une centaine d'équipes issues des composantes universitaires, grandes écoles et universités membres associées de l'Université Paris-Saclay. Cet événement avait pour objectif de permettre à des groupes d'étudiantes et d'étudiants de niveaux L3 à M2 de présenter leurs projets de recherche sous forme d'exposés oraux, de posters ou de vidéos enregistrées. Avant le Congrès, chaque équipe avait soumis un résumé, évalué par un comité scientifique réunissant des collègues issus des Graduate Schools de l'Université. Des prix ont été décernés dans plusieurs catégories avec la participation de l'ensemble de la communauté présente.

Les équipes primées ont également bénéficié d'une formation au journalisme scientifique dispensée par la Direction de la marque et de la communication de l'Université (que nous remercions chaleureusement!) pour rédiger les articles que vous découvrez dans ce numéro.

La troisième édition du Congrès junior, qui s'est tenue le 23 mai 2024, a confirmé le succès de cette initiative. Le prochain numéro de *Pousses de chercheurs & chercheuses* est d'ores et déjà en préparation et la quatrième édition du Congrès se déroulera le 22 mai 2025.

Laissez-vous embarquer dans ce voyage au travers des réalisations des jeunes talents scientifiques de l'Université!

David Néron - Directeur
Graduate School Métiers de la Recherche
et de l'Enseignement Supérieur



SOMMAIRE

2 ÉDITO

4 LES LIPIDES : UN NOUVEL ESPOIR POUR LA COMPRÉHENSION
DES DOULEURS CHRONIQUES ?

6 BLENDER COSMIQUE : MIXER LES DIMENSIONS
POUR ANALYSER DES GRAINS SPATIAUX

8 L'IMPACT DU DÉCLIN DES POLLINISATEURS SUR LES RENDEMENTS
AGRICOLES ET L'ALIMENTATION HUMAINE

10 PSONYX : DES ÉTUDIANTES ET ÉTUDIANTS DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY
DÉCOUVRENT UN NOUVEAU VIRUS

12 ÊTRE FIÈRE EN D'AUTRES TERMES : LES MARQUEURS LEXICAUX
DE LA FIERTÉ DANS LES COMMUNAUTÉS DRAG

14 LES MICROALGUES FACE AUX HERBICIDES :
QUELS EFFETS SUR LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS ?

16 LUTTER CONTRE L'ANTIBIORÉSISTANCE :
LES NITROFURANES, DES SUBSTANCES PROMETTEUSES ?

18 « PLAY UP, NORTH END ! » LE CLUB DE FOOTBALL BRITANNIQUE DE PRESTON :
ENTRE DÉMOCRATISATION ET PROFESSIONNALISATION (1888-1939)

20 MATHÉMATIQUES SURPRENANTES : COMMENT LES
SMARTPHONES DÉPASSENT LES LIMITES DES APPAREILS PHOTOS

22 VERS LA RECHERCHE DE MOLÉCULES
ESPOIRS DANS LA LUTTE CONTRE L'ÉPILEPSIE

24 RETOUR SUR LE CONGRÈS JUNIOR PLURIDISCIPLINAIRE
DU 8 JUIN 2023

LES LIPIDES : UN NOUVEL ESPOIR POUR LA COMPRÉHENSION DES DOULEURS CHRONIQUES ?

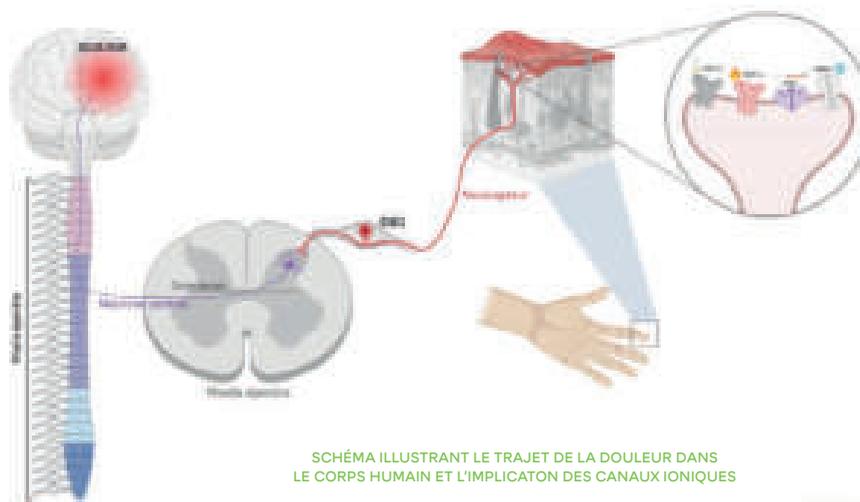
Article rédigé par
Hélène Lubrano Di Scampamorte,
M2 ENS Paris-Saclay

Sélection
du comité
+
Poster

Comment une douleur chronique se déclenche-t-elle et que faut-il envisager pour réussir à la soigner ? Ces questions, encore en suspens à l'heure actuelle, sont au cœur des recherches de l'équipe « Canaux ioniques et douleur » à l'Institut de pharmacologie moléculaire et cellulaire (IPMC - CNRS, Univ. Côte d'Azur). Celle-ci explore une piste originale, basée sur l'implication des lipides - autrement dit des molécules contenant des acides gras - dans la perception de la douleur, pour développer de nouvelles thérapies.

Vous avez sûrement déjà eu mal et cette expérience vous a paru désagréable. Pourtant, la douleur est indispensable puisque c'est un signal d'alerte qui protège l'intégrité du corps. Elle lui évite des dangers plus importants, comme lorsqu'on se brûle avec une casserole chaude: le fait d'avoir mal occasionne le retrait de la main avant même d'avoir la peau réellement endommagée.

Cependant, si la douleur excède une durée de trois mois, elle est qualifiée de chronique. Elle perd alors sa fonction protectrice et devient pathologique, d'autant qu'elle est largement associée à de la dépression et de l'anxiété. D'après une enquête *Consumer Science & Analytics* (CSA) réalisée à la demande de l'entreprise pharmaceutique et de santé Sanofi, un tiers de la population française souffre de douleur chronique. Pourtant, aucun traitement n'est actuellement disponible contre cette affliction, dont on connaît encore mal le déclenchement et la façon de la soigner, ce qui pose un défi socio-économique majeur.



Devant ces problématiques, l'équipe « Canaux ioniques et douleur » de l'Institut de pharmacologie moléculaire et cellulaire (IPMC) explore une piste inédite, celle des lipides, autrement dit des molécules constituées d'acides gras produits par les cellules, et leur lien avec la douleur. En effet, chez l'être humain, les articulations de

patientes et patients souffrant d'arthrite (une affection que touche les articulations) présentent une composition en lipides différente de celle des articulations des personnes saines, qui est corrélée à leur douleur, ce qui tend à indiquer un rôle de ces molécules dans la douleur chronique ressentie.

Nocicepteurs et canaux ioniques, des acteurs majeurs de la perception douloureuse

La douleur est une expérience sensorielle ou émotionnelle. Sa perception passe par un réseau de neurones spécialisés appelés « nocicepteurs ». Ces neurones particuliers détectent le stimulus douloureux et transmettent les informations de la périphérie du corps (peau, viscères, muscles) au système nerveux central (moelle épinière, cerveau). La communication se fait grâce à des messages électriques qui progressent le long des neurones et se transforment en messages chimiques à l'interface entre deux neurones. Les fibres centrales interprètent ensuite ces messages et adaptent la réponse comportementale pour éviter les blessures.

Si les nocicepteurs sont capables de percevoir une stimulation nocive c'est parce qu'ils possèdent à leur surface des protéines appelées canaux ioniques. Enchâssés dans la membrane cellulaire, ces canaux sont activés par un stimulus extérieur plus ou moins spécifique. Le canal ionique TRPV1 est par exemple activé par le chaud nocif, supérieur à 44°C, ou par la capsaïcine, une molécule présente dans les piments et qui explique la sensation de chaleur et de douleur ressentie en mangeant ce condiment. Le canal TRPA1 ressent, lui, le froid nocif (et le menthol).

Lorsqu'ils sont activés, les canaux ioniques s'ouvrent et laissent passer de petites particules chargées – des ions – au travers de la membrane des neurones. Ceci crée un courant électrique, transmis au cerveau.

Celui-ci interprète le message, le mémorise et y répond par un comportement de préservation. Mais lors d'une douleur chronique, la douleur est perçue de façon continue, sans qu'il n'y ait ni alerte ni réelle cause connue.

Les lipides, de nouveaux responsables de la douleur chronique

À l'IPMC, les scientifiques étudient le canal ionique senseur d'acidité ou ASIC (*Acid-Sensing Ion Channel*), activé par des pH acides, inférieurs au pH physiologique (pH 7,4). Ils s'intéressent à la relation, démontrée, liant les ASIC aux lipides pour la perception de la douleur. En effet, chez des modèles de rongeurs de laboratoire, la suppression des ASIC empêche l'induction d'une souffrance par les lipides. Cependant, l'effet des lipides sur les ASIC reste mal compris, tout comme les types de lipides impliqués. Pour les scientifiques, il s'agit de déterminer dans quelles pathologies ces lipides sont générés, à quelle dose et surtout comment ils agissent sur les canaux ioniques.

Le patch-clamp, un moyen d'étudier l'activation des canaux

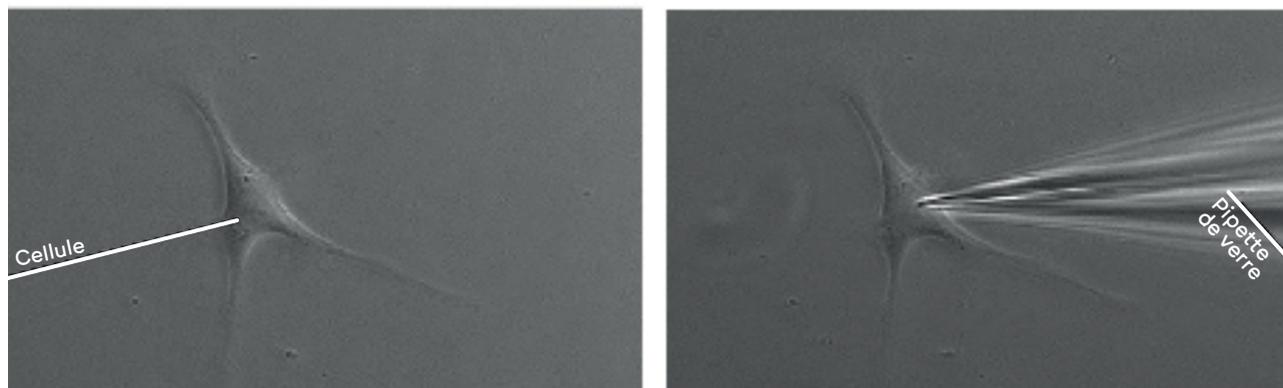
Pour avancer sur ces questions, il est nécessaire de suivre l'activation des canaux, notamment des ASIC. Ceci se fait par la technique du patch-clamp, qui consiste à enregistrer des courants électriques transitant à travers la membrane de la cellule, au moyen d'une électrode microscopique en verre accolée à la surface de la cellule. Cette micropipette sert à isoler électriquement

soit un fragment – donc quelques canaux ioniques –, soit la totalité de la membrane cellulaire, et offre plusieurs configurations d'étude possibles. En cassant un morceau de la membrane, la micropipette ouvre la cellule et permet aux scientifiques d'accéder à son milieu intracellulaire. Il leur devient ainsi possible d'enregistrer tous les courants générés par des canaux ioniques, tout en modifiant le milieu extracellulaire. Ils peuvent par exemple acidifier le bain cellulaire et observer les courants générés par les ASIC, ou y ajouter des lipides et examiner l'induction, ou non, d'un courant.

En mettant au point des canaux ioniques ASIC mutants, les scientifiques accèdent également à des informations complémentaires. Ces canaux, dont la séquence génétique a été légèrement modifiée à des zones précises de l'ADN et donc de la protéine, fournissent par exemple des informations sur le mécanisme d'ouverture du canal par les lipides. Si on observe une différence de courant entre un canal mutant et un canal non-modifié, cela démontre que la ou les zones mutées sont importantes pour la sensibilité aux lipides.

Une telle étude aide à connaître les mécanismes moléculaires impliqués dans l'interaction entre les ASIC et les lipides. Couplée avec d'autres résultats, elle favorise d'une part la compréhension des relations existant entre le canal ionique, la molécule de gras et la perception de la douleur, et d'autre part l'amélioration des diagnostics et la conception de nouvelles thérapies venant contrecarrer ou empêcher l'effet des lipides.

VUES AU MICROSCOPE DE LA TECHNIQUE DE PATCH CLAMP



D'après R. Yang et al. « Development of automated patch clamp system for electrophysiology » 2013, IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)

BLENDER COSMIQUE: MIXER LES DIMENSIONS POUR ANALYSER DES GRAINS SPATIAUX

Article rédigé par Théo Ternier,
M1 Université Paris-Saclay

Sélection
du comité
+
Poster

Dans de récents travaux, des scientifiques de l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS - Université Paris-Saclay, CNRS) ont mis au point une nouvelle méthode capable de déterminer la composition structurale de grains spatiaux micrométriques récupérés sur l'astéroïde Ryugu lors de la mission spatiale japonaise Hayabusa 2. Pour cela, ils ont combiné des techniques d'analyse fondamentalement distinctes mais, in fine, complémentaires. Leur approche novatrice ouvre de nouvelles perspectives pour l'étude de données issues de mesures faites sur des grains extraterrestres de la taille d'une poussière.

L'humanité affiche un désir prégnant de comprendre l'origine de la vie sur Terre. Pour y parvenir, elle étudie notamment le système solaire et les objets spatiaux qui peuplent l'Univers, à l'affût de traces de vie. Cette quête de connaissances pousse les scientifiques à collecter et ramener sur Terre des échantillons de matière extraterrestre, récupérés par des sondes lors des missions spatiales. C'est le cas de ceux collectés sur l'astéroïde Ryugu par la sonde japonaise Hayabusa 2 lancée en 2014 et revenue sur Terre en 2020.

À son retour, plusieurs équipes scientifiques se sont chargées d'examiner ces grains. Parmi elles, une équipe de l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS) a superposé deux techniques d'analyse complémentaires - la spectroscopie infrarouge (IR) et la tomographie par rayons X - dans une démarche inédite, apportant des informations étonnantes sur la composition de ces grains.

La spectroscopie IR pour étudier la composition de la surface

À l'image d'une lampe de poche balayant un objet, la spectroscopie IR est une technique d'analyse chimique qui consiste à envoyer un faisceau de lumière infrarouge sur un échantillon de matière de très petite taille, pour découvrir de quoi celui-ci est fait. Comme tout rayonnement électromagnétique, la lumière infrarouge se caractérise par une gamme de longueurs d'onde particulière, comprise entre 3 et 10 μm dans cette étude. Or à ce niveau, la matière absorbe de façon spécifique une partie du rayonnement IR envoyé, l'autre étant réfléchi. En détectant et décomposant cette lumière réfléchie, on obtient un spectre IR, où il manque certaines longueurs d'onde. Ces manques fournissent aux scientifiques des informations sur la composition chimique de l'échantillon:

ils les renseignent sur les liaisons atomiques et les espèces chimiques présentes.

Placé sous une grille de 128×128 détecteurs, le grain de matière est alors examiné en différents points. Les données récupérées produisent une image hyperspectrale où chaque pixel correspond à un spectre IR, comme si au lieu d'utiliser une seule lampe torche pour éclairer l'objet, on en utilisait bien plus, en chaque partie du grain. En faisant tourner ce grain, les scientifiques obtiennent un ensemble de projections 2D qui décrit sa surface en 3D. Au final, la spectroscopie IR sert à en apprendre davantage sur la composition minérale ou l'hydratation du grain, avec une résolution de l'ordre de quelques micromètres (μm).

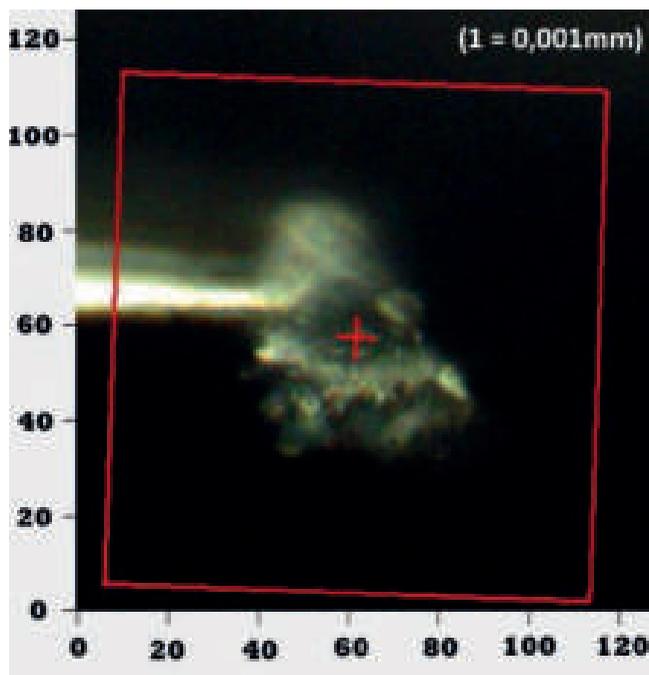


Fig. 1
Photographie visible du grain

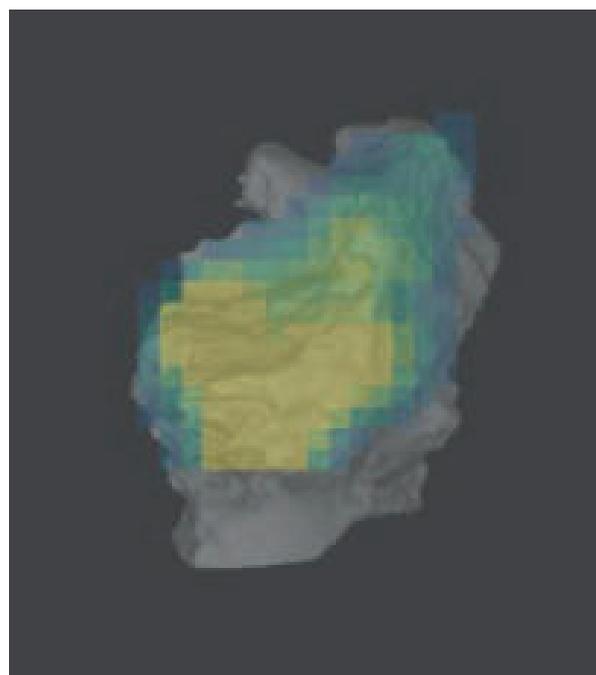


Fig. 2
Superposition des deux jeux de données

La tomographie à rayons X pour étudier la structure 3D

Afin d'explorer la structure globale du grain de matière (sa porosité, texture...), les scientifiques s'appuient sur une autre technique d'imagerie: la tomographie à rayons X. Elle consiste à envoyer sur l'échantillon des rayons X provenant de différentes directions. En mesurant les angles des rayons X transmis par l'échantillon, les scientifiques reconstruisent numériquement la forme et la structure du grain. En combinant ces informations, ils créent un modèle 3D détaillé du grain, avec une résolution en-dessous du micromètre.

La superposition des données: une nouvelle perspective

Pour comprendre pleinement la structure des grains, il est toutefois nécessaire de lier les informations issues des deux techniques décrites précédemment. C'est au moyen du logiciel Blender, capable de superposer les images infrarouges 2D au modèle 3D du grain, que les scientifiques de l'IAS ont obtenu une vue complète et détaillée de l'échantillon. Pour cela, ils ont mis en place un code informatique spécifique, aux étapes clairement définies.

En premier lieu, le code charge une image hyperspectrale et crée un masque: l'absence

de matière apparaît en noir et la matière en blanc. Puis, le modèle 3D du grain tourne et prend différentes positions. Pour chacune, un nouveau masque est créé. Les images IR et les masques 3D possédant une taille de pixels et une orientation différentes, il faut les mettre à la même échelle afin de les superposer correctement. Pour chaque angle de rotation du modèle 3D, un test vérifie la bonne corrélation d'une image IR avec son masque au moyen du jeu d'images issues du modèle 3D, et la maximise. Une fois parvenu à l'angle idéal, on l'applique au modèle 3D du grain auquel on superpose les images hyperspectrales. Le résultat final fait alors correspondre la composition de la surface du grain avec sa structure interne en 3D.

Des résultats intéressants

Cette nouvelle méthode d'analyse de l'IAS s'applique potentiellement à plusieurs types d'études. Elle est par exemple capable de lier la variation de propriétés chimiques des grains (le degré d'hydratation ou le type de minéraux présent) à leurs propriétés physiques (leur porosité). Sur ceux de l'astéroïde Ryugu, deux zones caractéristiques se sont ainsi dessinées. L'analyse a fait état de la présence de deux silicates avec une structuration différente. Cela signifie que certaines parties du grain n'ont pas connu les mêmes processus physico-chimiques au cours de leur histoire.

Cette découverte suggère que l'astéroïde Ryugu a subi des processus géologiques ou chimiques favorables à la formation de zones spécifiques. Une des explications avancées est la circulation hétérogène, par le passé, d'un fluide au sein de l'astéroïde. Ces zones seraient le résultat de processus d'hydratation et de réactions chimiques complexes.

Ce phénomène soulève des questions fascinantes sur l'histoire géologique de l'astéroïde Ryugu et les événements ayant façonné sa structure au fil du temps. Il offre également des indices précieux pour mieux comprendre l'évolution des astéroïdes et des objets spatiaux et leur transformation au cours de leur histoire, et de nouvelles perspectives pour explorer les origines de la vie.

RÉFÉRENCE

Dionnet, Z., Gattacceca, J., et al. (2023). Three-dimensional multiscale assembly of phyllosilicates, organics, and carbonates in small Ryugu fragments. *Meteoritics and Planetary Science*, 59(8), 1859-1876.

L'IMPACT DU DÉCLIN DES POLLINISATEURS SUR LES RENDEMENTS AGRICOLES ET L'ALIMENTATION HUMAINE



Article rédigé par Eva Dumesnil,
M1 AgroParisTech

Les insectes pollinisateurs jouent un rôle majeur dans la pollinisation des plantes, une étape essentielle menant à la production de fruits, notamment ceux destinés à l'alimentation humaine. Alors que leur déclin est un phénomène prenant de plus en plus d'ampleur, le projet européen SafeAgroBee, impliquant des scientifiques du laboratoire Évolution, génomes, comportement et écologie (EGCE - Université Paris-Saclay, CNRS, IRD), étudie l'importance de la pollinisation par les insectes sur les rendements agricoles méditerranéens.

Près de soixante-dix pour cent de ce que consomme l'être humain dans son alimentation dépend de pollinisation animale. Ce service écosystémique est assuré par des abeilles, papillons, oiseaux, et nombreux autres insectes et animaux. Parce qu'ils transportent des grains de pollen d'une fleur à l'autre au gré de leur butinage, ces pollinisateurs représentent un maillon essentiel de la reproduction sexuée des plantes, menant à la transformation d'une fleur en fruit.

Or, une majorité des pollinisateurs, notamment les abeilles, est aujourd'hui en déclin. Si les causes sont de mieux en mieux documentées, l'impact de ce déclin sur les productions agricoles et leurs rendements l'est beaucoup moins. C'est dans cet objectif que s'installe le projet européen SafeAgroBee (programme H2020 PRIMA), auquel participent des scientifiques du laboratoire Évolution, Génomes, Compor-

tement et Écologie (EGCE - Université Paris-Saclay, CNRS, IRD). Un de ses objectifs majeurs est d'étudier l'importance de la pollinisation par les insectes sur les rendements agricoles à l'échelle méditerranéenne et face aux changements climatiques, dans un contexte de durabilité et de résilience des systèmes agricoles. Les sites d'étude, distribués le long d'un gradient climatique méditerranéen, comprennent des vergers de pommes, suivis expérimentalement. À l'échelle française, deux régions sont concernées, l'Île-de-France et la Provence-Alpes-Côte d'Azur.

La pollinisation animale, une affaire d'insectes (en particulier)

Pour assurer leur reproduction et leur pérennité, les plantes à fleurs doivent donner des fruits, ce qui nécessite une étape de pollinisation. Cela implique que les grains de pollen (les cellules reproductrices mâles)

présents sur les étamines (les organes mâles d'une fleur) réussissent à rejoindre le pistil (l'organe femelle de la fleur) pour y féconder l'ovule abrité.

Le transport de ces grains de pollen peut se faire par le vent (anémogamie) ou l'eau (hydrochorie). Certaines plantes pratiquent aussi l'autofécondation (autogamie). Mais la pollinisation par des animaux (zoogamie) et surtout par des insectes (entomogamie) reste la forme de transport la plus répandue. À tel point que 65% de la production agricole mondiale dépend de l'entomogamie (Klein *et al.*, 2007), et qu'à l'échelle européenne, 84% des 264 espèces cultivées dépendent de la zoogamie (UE parlement, 2019).

Mais en raison d'une utilisation massive de pesticides et d'herbicides au sein des surfaces cultivées, du manque de fleurs dans les espaces d'agriculture intensive,

du développement d'espèces invasives et de maladies, ou encore de la pollution et du changement climatique, les populations d'insectes pollinisateurs déclinent (Goulson *et al.*, 2015). Un déficit de pollinisation se constate dans les zones agricoles concernées par ce déclin, diminuant les rendements agricoles des cultures entomogames.

L'importance des pollinisateurs dans les rendements agricoles

Encore mal connu, l'impact du déclin des pollinisateurs sur les rendements agricoles est au cœur du projet SafeAgroBee, dans lequel sont notamment impliqués Fabrice Requier et Clémence Riva du laboratoire ÉGCÉ. Ce programme cherche à évaluer l'influence de la pollinisation par les insectes sur la production et la qualité des pommes dans des vergers d'Île-de-France et de Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Dans chacune des régions (sept à l'échelle de l'Europe, dont deux en France), cinq vergers distants d'au moins 5 km sont sélectionnés et cinq arbres de chaque verger subissent les mêmes traitements, selon un protocole standardisé. Un premier lot de

fleurs de chaque arbre se trouve privé de tout pollinisateur (via ensachement), un deuxième lot est laissé ouvert à la pollinisation et un troisième, également laissé ouvert à la pollinisation, bénéficie en plus d'une pollinisation manuelle. En mesurant différents paramètres sur les fruits produits dans chacun des traitements, les scientifiques souhaitent mesurer le service et le déficit de pollinisation.

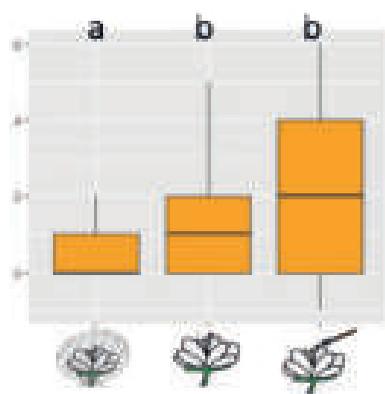
Le succès de fructification est tout d'abord mesuré. Pour l'obtenir, les scientifiques rapportent le nombre de fruits récoltés au nombre de fleurs initiales. Ensuite, ils collectent en laboratoire les informations concernant le poids, la taille et la forme des pommes, ainsi que le nombre de pépins présents par fruit. Les expérimentations réalisées en 2022 et 2023 mettent en évidence plusieurs éléments. Tout d'abord, elles confirment le fait que les cultures de pommes sont dépendantes de la pollinisation animale: le succès de fructification est meilleur lorsque les fleurs sont ouvertes à la pollinisation que privées de tout pollinisateur (fleurs ensachées). Ces expérimentations montrent également que les vergers des deux régions françaises ne semblent

pas subir de déficit de pollinisation, car la supplémentation manuelle de pollen n'augmente pas significativement le succès de fructification, le nombre de pépins et la qualité des pommes.

Rôle des insectes au-delà de la pollinisation des cultures

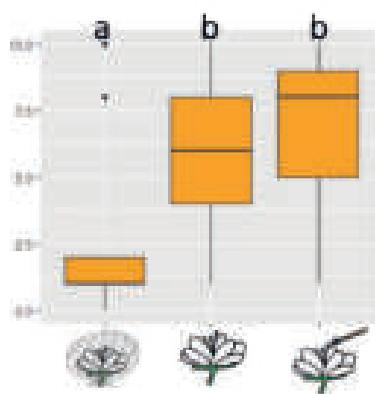
Au-delà de la question, centrale, du rôle des pollinisateurs sur le rendement agricole, les insectes jouent également d'autres fonctions dans les écosystèmes. Ils représentent un maillon important de la chaîne trophique, c'est-à-dire la relation entre espèces consommées et espèces consommatrices. Ils participent à la pollinisation des plantes sauvages et cultivées, mais également au contrôle des populations de certains ravageurs de cultures. Ils constituent une source de nourriture pour de nombreux oiseaux et mammifères. En conclusion, leur déclin a des répercussions à de nombreuses échelles et sur de nombreux maillons de la chaîne alimentaire, qui affectent les activités humaines de manière directe et indirecte.

L'EXPÉRIENCE DE POLLINISATION DES POMMIERS



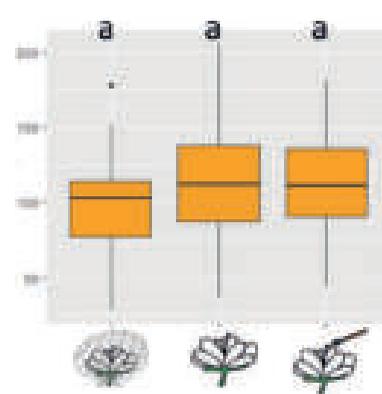
SUCCÈS DE FRUCTIFICATION

Résultats de l'expérience de pollinisation des pommiers dans deux régions de France. Le succès de fructification, le nombre de pépins produits et le poids des pommes sont comparés entre traitements de pollinisation (ensachement, pollinisation ouverte et pollinisation ouverte + manuelle).



NOMBRE DE PÉPINS

Ces graphiques en boîte à moustache présentent l'étendue des résultats obtenus. Les ¾ des résultats sont localisés dans l'intervalle en orange. Les lettres (a, b) localisées au-dessus des graphiques résultent d'une analyse statistique. Pour un même paramètre mesuré, des lettres similaires expriment l'absence de variation de ce dernier pour les traitements observés. Au contraire, des lettres différentes expriment une différence significative du paramètre mesuré pour les différents traitements.



POIDS DES POMMES

RÉFÉRENCES

- European Parliament. (2019). What's behind the decline in bees and other pollinators?
- Potts, S., Imperatriz-Fonseca, V., et al. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, 220-229.
- Goulson, D., Nicholls, E., et al. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229), 1255957.
- Klein, A., Voissière, B., et al. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303-313.

Article rédigé par
Esther Gilles, Aïda Boukamel,
Meysa Baghdad, Pauline Vittaz,
Elsa Ben Hamou-Kuijpers, Meysa Baghdad,
Elsa Chaouat et Nathan Beure,
L3 Université Paris-Saclay

Prix spécial
«L3 ou
équivalent»
★

PSOONYX : DES ÉTUDIANTES ET ÉTUDIANTS DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY DÉCOUVRENT UN NOUVEAU VIRUS

À l'occasion d'une collaboration entre l'Université Paris-Saclay et le programme SEA-PHAGES, lancée à l'initiative de l'Université de Pittsburg, des étudiantes et étudiants en licence de biologie à l'Université Paris-Saclay ont découvert un nouveau bactériophage - un virus n'infectant que les bactéries - dans un plan d'eau de Massy (Essonne). Baptisé PSONYX, ce virus inoffensif pour l'être humain a été le centre d'une étude visant à donner de nouvelles clés de compréhension de l'interaction entre les bactériophages et les bactéries du genre *Corynebacterium*, auquel appartiennent celles responsables de la diphtérie ou de la tuberculose.

MODÉLISATION DE L'ÉTAPE D'ADHÉSION D'UN GROUPE DE PHAGES (EN ROUGE)
À LA SURFACE D'UNE BACTÉRIE *CORYNEBACTERIUM GLUTAMICUM* (EN BLEU ET VIOLET)

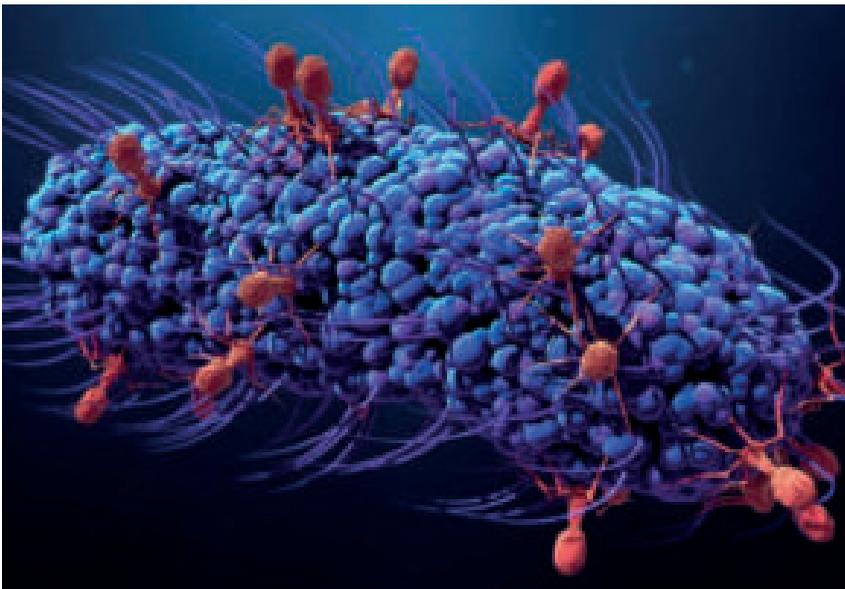


Image issue de l'article "What to consider when formulating bacteriophages" de C. Moraes de Souza et Dr M. Koeris.

Tout comme les mammifères, les oiseaux ou les végétaux, les bactéries sont la proie de virus. Mais ces virus sont d'un genre particulier: ce sont des bactériophages aussi dits phages. Il en existe de nombreuses espèces, qui s'attaquent à différentes bactéries. Une fois infectée, la bactérie se transforme en véritable usine à répliquer le matériel génétique du phage afin de libérer de nouveaux phages prêts à infecter d'autres bactéries.

Présents dans toutes les zones de la planète, les bactériophages représentent les organismes les plus abondants sur Terre. Ils sont ainsi cent millions de fois plus nombreux que les grains de sable dans le Sahara!

Au début du XX^e siècle, leur étude a aidé à comprendre la constitution de l'ADN (acide désoxyribonucléique) et entraîné des avancées majeures en biologie moléculaire. Ils sont également à l'origine de la découverte des enzymes de restriction et des méthodes d'édition génomique basées

sur le système CRISPR-Cas9. S'ils se retrouvent encore aujourd'hui dans le viseur des scientifiques, c'est parce qu'ils ont de nombreuses applications, notamment dans le domaine médical pour le traitement des infections bactériennes; c'est la phagothérapie. Les phages sont également utilisés pour la prévention des contaminations dans l'industrie agroalimentaire.

SEA-PHAGES : à la recherche de nouvelles espèces

Malgré leur abondance, les phages demeurent mal connus. Peu de génomes ont été totalement séquencés et peu sont disponibles dans les banques de données, à l'inverse de ceux de leurs hôtes bactériens. Seuls les génomes d'une dizaine de bactériophages infectant les bactéries de l'espèce *Corynebacterium glutamicum* ont été séquencés.

Pour pallier ce manque de données, l'Université Paris-Saclay s'est alliée au programme SEA-PHAGES rassemblant plus de 200 universités à travers le monde. Son but est de découvrir et caractériser de nouveaux bactériophages. Des étudiantes et étudiants en deuxième et troisième années de licence de biologie à l'Université Paris Saclay ont participé à la recherche et à la caractérisation de bactériophages spécifiques des bactéries *C. glutamicum*. Le choix d'étudier ces bactéries n'est pas anodin puisqu'elles possèdent une grande valeur économique: elles sont le principal producteur mondial de lysine et de glutamate, des acides aminés utilisés en gastronomie comme exhausteurs de goût.

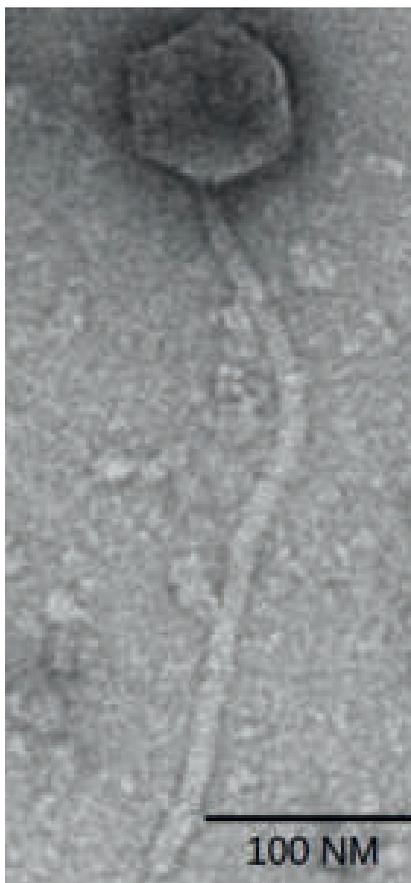
PSonyx : découverte et isolement

Grâce aux compétences acquises dans le cadre de leur cours Phage Discovery, des étudiantes et étudiants de l'Université ont mis au point un protocole expérimental adapté à la recherche de nouveaux phages. Elles et ils ont prélevé des échantillons solides et liquides dans la nature, notamment dans l'eau d'une mare à Massy (Essonne). Le groupe a ensuite cherché à y isoler les potentiels phages présents. Pour cela, il a centrifugé et filtré les échantillons, puis purifié les phages collectés. Une fois assurés de la présence d'un phage, les étudiantes et étudiants ont fait en sorte que ce phage se multiplie afin d'extraire son ADN et de disposer d'une quantité suffisante de son matériel génétique pour la suite de l'étude. Un

nouveau bactériophage, baptisé PSonyx, a alors été découvert.

La microscopie électronique à transmission a révélé que ce bactériophage possède un morphotype Siphoviridae qui se caractérise par la présence d'une queue flexible et longue. Les expériences réalisées par la suite ont montré qu'il s'agit d'un phage virulent, qui provoque la destruction de la bactérie infectée.

OBSERVATION DE PSONYX AU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À TRANSMISSION



Comprendre les petites bêtes avec un ordinateur

L'utilisation d'algorithmes complexes a révélé les secrets enfouis dans l'ADN de PSonyx. Grâce à un découpage prédictif du génome par des logiciels spécialisés, l'équipe étudiante y a identifié et confirmé la présence de 134 gènes. Après comparaison avec les bases de données, il s'avère que les gènes de PSonyx possèdent une segmentation en plusieurs régions contrôlant respectivement la tête, la queue, le métabolisme et les interactions du phage avec

son hôte bactérien. Et comme moins de 30% des gènes de PSonyx se retrouvent chez d'autres phages, cela fait de lui un singleton. Or, l'étude d'un singleton ouvre la voie à l'identification de nouvelles fonctions, potentiellement prometteuses pour l'industrie et la médecine, notamment pour mieux soigner les infections bactériennes.

L'analyse bio-informatique a élucidé la fonction de 38 des 134 gènes de PSonyx. La majorité d'entre eux contribue à la multiplication du phage. Certains codent par exemple pour des protéines permettant d'injecter l'ADN phagique dans la cellule bactérienne cible, ce qui constitue une des étapes principales du cycle de vie d'un phage. D'autres gènes codent pour des protéines conférant à PSonyx sa morphologie de Siphoviridae. De plus, l'équipe étudiante a également mis en évidence l'existence de deux régions particulières situées au début du génome de PSonyx: l'une réunit les gènes de structure du phage, et l'autre ceux du métabolisme de l'ADN.

Ce travail réalisé par des étudiantes et étudiants en deuxième et troisième années de licence de biologie à l'Université fournit de nouvelles connaissances pour une meilleure compréhension du vivant. En plus d'avoir fait la découverte d'un phage et d'avoir attribué des fonctions à un quart de ses gènes, leur étude vient lever certains des mystères qui entourent la recherche sur ces virus, et ce, en attendant que d'autres étudiants prennent le relais, pour de nouvelles découvertes.

RÉFÉRENCE

Moraes de Souza, C., & Koeris, M. (2021). What to consider when formulating bacteriophages. *European Pharmaceutical Review*.



Article rédigé par
Natacha Marjanovic,
M2 ENS Paris-Saclay

ÊTRE FIÈRE EN D'AUTRES TERMES : LES MARQUEURS LEXICAUX DE LA FIERTÉ DANS LES COMMUNAUTÉS DRAG

À partir de l'analyse d'un corpus issu de la saison 11 de l'émission de télé-réalité *RuPaul's Drag Race*, Natacha Marjanovic s'est attachée à identifier les manières dont la fierté est exprimée en discours par les participantes.



Martha P. Johnson, drag queen et figure de proue des émeutes de Stonewall en 1969

photo tirée de *The Death and Life of Marsha* © P. Johnson/Netflix

Si le nom de RuPaul Charles était jusque dans les années 1990 surtout connu du show-business underground américain, il est aujourd'hui entré dans les ménages

du monde entier. Le succès de la franchise télévisée *RuPaul's Drag Race* (RPDR) a propulsé la figure de la drag queen dans la culture populaire. Sujet fascinant et inventif, la *drag queen* (définie comme un

homme cisgenre performant une féminité exacerbée dans le cadre d'une prestation artistique, musicale ou humoristique) a été étudiée pour sa capacité à questionner la binarité de genre dans son allure, son

LES MICROALGUES FACE AUX HERBICIDES : QUELS EFFETS SUR LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS ?

Coup de cœur
du public
Vidéo

Article rédigé par Mélanie Pietri,
M2 ENS Paris-Saclay

Une équipe de recherche internationale a mené une étude mêlant biologie, ingénierie génétique et statistiques pour comprendre comment les microalgues cohabitent avec les herbicides. Ces algues microscopiques produisent des lipides convertibles en biocarburants qui constituent une alternative durable aux énergies fossiles. Mieux connaître les effets qu'ont les substances chimiques toxiques sur ces organismes présente notamment un intérêt industriel.

Les microalgues sont des organismes aquatiques microscopiques, unicellulaires et photosynthétiques, capables de synthétiser de la matière organique et du dioxygène à partir d'eau et de dioxyde de carbone en utilisant l'énergie lumineuse du soleil. Les molécules carbonées ainsi produites présentent un intérêt pour de nombreuses applications industrielles. Les protéines sont par exemple consommées comme compléments alimentaires en nutrition humaine et les lipides, une fois transformés chimiquement, servent en tant que biocarburants pour les secteurs aéronautique et automobile. Ces biocarburants constituent d'ailleurs une alternative aux carburants classiques fabriqués à partir d'énergies fossiles qu'il convient d'abandonner au regard du changement climatique.

La culture des microalgues se fait soit en milieu intérieur soit en extérieur, dans des bassins à ciel ouvert, ce qui présente un avantage pour une production à grande échelle. Cependant, lorsque ces bassins sont situés à proximité de terres agricoles, de

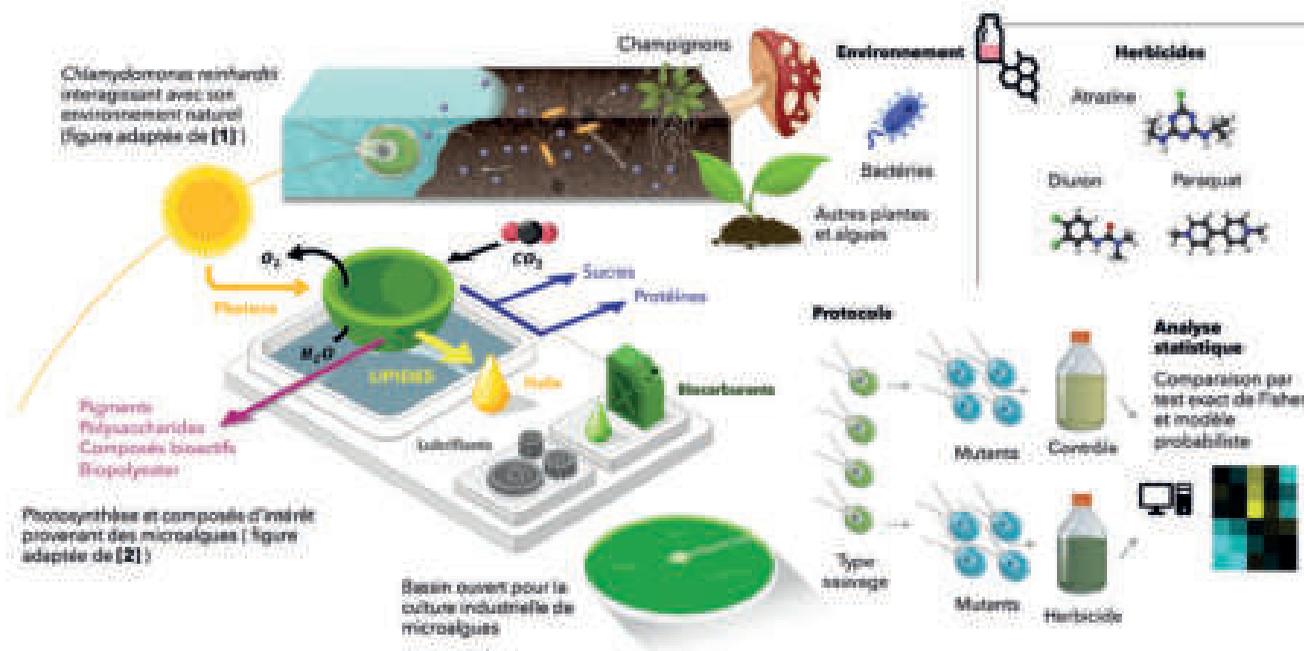
zones d'habitation ou d'activités humaines, une contamination des bassins par d'autres organismes (bactéries...) ou des molécules chimiques (herbicides...) présentes dans l'environnement est possible, ce qui risque d'altérer la production des composés d'intérêt.

Les herbicides à l'attaque des microalgues ?

Dans une étude récente, une équipe internationale et interdisciplinaire de scientifiques affichant des compétences en biologie, bioinformatique, ingénierie électrique, mathématiques et traitement du signal et de l'image, s'est intéressée aux effets de certains herbicides présents dans l'environnement. L'équipe, qui implique des chercheurs et chercheuses du National Institute of Biology (NIB) et de l'Université de Ljubljana en Slovénie, du laboratoire Lumière, matière et interfaces (LuMin - Univ. Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec) et de l'Institut d'Alembert (IDA - Univ.

Paris-Saclay, CNRS, ENS Paris-Saclay), a analysé l'effet de l'atrazine, du diuron et du paraquat, utilisés pendant des décennies en agriculture et désormais interdits en Europe en raison de leur fort impact négatif sur l'environnement et la santé humaine (caractère cancérigène, implication dans le développement de la maladie de Parkinson...).

L'étude a porté sur l'espèce de microalgues *Chlamydomonas reinhardtii*, très connue dans la littérature scientifique car utilisée comme modèle végétal en biologie. L'équipe a souhaité comprendre les répercussions possibles des herbicides en question sur la croissance de ces microalgues. En effet, la production de biocarburants à partir de lipides nécessite d'abord d'augmenter la biomasse, c'est-à-dire la quantité de microalgues dans un bassin. Afin d'améliorer ce procédé industriel, il s'agit de comprendre l'impact des composés chimiques présents dans l'environnement de culture des microalgues pour ne pas avoir à le purifier. Cela se fait en générant, par exemple, des microalgues résistantes aux herbicides.



Les statistiques à la poursuite des gènes d'intérêt

Dans un premier temps, l'équipe a cherché à déterminer quels sont, dans le génome des microalgues *Chlamydomonas reinhardtii*, les gènes sensibles ou non à l'atrazine, au diuron et au paraquat. Pour cela, elle a utilisé une bibliothèque de microalgues mutantes créée par ingénierie génétique à partir de microalgues de type sauvage. Cette bibliothèque contient 38 132 mutants pour 11 622 gènes, soit plusieurs mutations différentes pour un même gène.

Pour chaque gène étudié, des conditions de culture différentes ont été mises en parallèle: dans un cas, les microalgues mutantes ont bénéficié d'un environnement naturel (conditions de contrôle), dans l'autre, elles ont été cultivées en présence d'un des trois herbicides (conditions de traitement). L'équipe a ensuite comparé la croissance des mutants dans les deux cas en comptabilisant ceux restants après un certain temps. Il s'agit d'une analyse statistique, évaluant à quel point, pour un gène donné, la distribution des mutants s'éloigne de celle globale. Elle s'appuie sur le test exact de Fisher et le test du Chi 2, majoritairement utilisés dans les études biostatistiques.

Cette approche présente néanmoins plusieurs inconvénients au regard du type de données récoltées: elle est très sensible

à la taille de l'échantillon, qui augmente les temps de calcul, et les tests utilisés ne fournissent pas de mesures quantifiant l'ampleur de l'effet sur le gène. Les tests se contentent de déterminer s'il existe une association statistique, sans donner réellement la force de cette association. En définitive, cette approche ne qualifie pas complètement l'effet de l'herbicide sur le gène en question: on ne peut pas dire si l'effet est négatif, très négatif, neutre ou positif sur la croissance des microalgues.

Vers un modèle probabiliste

C'est pourquoi l'équipe de scientifiques a proposé une nouvelle approche, basée sur un modèle probabiliste plutôt qu'une analyse statistique, pour lever les verrous cités. Le modèle élaboré présente un mélange de fonctions gaussiennes, dans lequel chaque type de réponse au traitement (« aucun effet », « effet positif », « effet négatif ») possède une distribution gaussienne qui lui est propre.

Ce modèle est à l'origine de deux avancées: d'une part, il a permis de simuler des données proches de celles expérimentales, pour tester la validité des tests statistiques classiques employés; d'autre part, grâce à l'« inférence bayésienne » - une méthode statistique utilisée pour calculer la probabilité qu'un échantillon de mutants tiré aléatoirement appartienne à une distribution

gaussienne donnée -, il parvient à donner directement la probabilité que l'herbicide ait un effet positif, négatif ou n'en ait aucun sur un gène en particulier. Soit une information quantitative plus fiable et explicable qu'un test statistique classique.

En définitive, cette nouvelle méthodologie est capable de déterminer la tolérance ou la sensibilité des gènes de *Chlamydomonas reinhardtii* à un large panel de sollicitations et de traitements, qu'ils soient biochimiques ou électriques, ce qui promet un petit pas vers l'amélioration de la création de biocarburants à l'échelle industrielle.

RÉFÉRENCES

- Fouser, F., Louersen, K., et al. (2022). Systematic characterisation of gene function in the photosynthetic alga *Chlamydomonas reinhardtii*. *Nature Genetics*, 54(5), 705-714.
- CEA Cadarache. (2020). *Microalgues: de la recherche à l'industrie* [Dossier de presse, 31 janvier 2020].
- Li, X., Zhang, R., et al. (2019). A genome-wide algal mutant library and functional screen identifies genes required for eukaryotic photosynthesis. *Nature Genetics*, 51(4), 627-635.

LUTTER CONTRE L'ANTIBIORÉSISTANCE : LES NITROFURANES, DES SUBSTANCES PROMETTEUSES ?

Article rédigé par
Yousna Aboudou, Hachim Maysem
Kirthana Makenthirathanan,
Océane Menguy et
Clara Chaize,
MI Université Paris-Saclay

Sélection
du comité
+
Poster

La découverte des antibiotiques constitue une avancée thérapeutique majeure dans l'histoire de la médecine moderne. Malheureusement, en raison d'un mésusage récurrent de ces composés, de plus en plus de souches bactériennes se montrent aujourd'hui résistantes et il devient nécessaire de produire de nouveaux composés thérapeutiques afin de lutter contre ce problème de santé publique. En adoptant une approche interdisciplinaire mêlant chimie combinatoire et biologie, une équipe d'étudiantes en master 1 chimie-biologie à l'Université Paris-Saclay a examiné le potentiel d'une famille de molécules délaissées, les 5-nitrofuranes.

Mis en circulation au milieu du XX^e siècle, les antibiotiques ont depuis permis de sauver des millions de vies. Ces composés chimiques luttent contre les infections dues à des bactéries pathogènes grâce à leurs propriétés bactéricides (qui tuent les bactéries) ou bactériostatiques (qui s'opposent à leur multiplication). Mais en raison d'un recours trop fréquent à ces composés en santé humaine ou en agriculture, les souches bactériennes ont développé des résistances et les antibiotiques s'avèrent aujourd'hui moins efficaces contre elles. Les infections bactériennes sont plus nombreuses, graves et dures à traiter. À tel point que l'Organisation mondiale de la Santé reconnaît la résistance aux antibiotiques comme un enjeu sanitaire mondial car elle « impacte

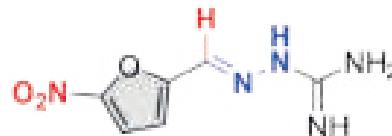
fortement la santé mondiale, la sécurité alimentaire et le développement ».

Une des stratégies envisagées actuellement pour développer de nouveaux antibiotiques consiste à réexaminer certaines classes de molécules oubliées, afin de contourner les résistances bactériennes observées. Parmi elles, la guanofuracine, de la famille des 5-nitrofuranes, représente une des pistes possibles.

Cet antibiotique a été introduit dans les années 1950 pour un usage humain et vétérinaire. Quoique très efficace et facile à synthétiser, ce composé a été interdit en 1995 en Europe en raison de sa cancérogénicité. L'équipe d'étudiantes en master 1 chimie-biologie à l'Université Paris-Saclay, prénommée SyCoBiot, a choisi de tirer

parti de cette simplicité de synthèse et de prendre la guanofuracine comme modèle de structure chimique à améliorer pour éviter sa toxicité: elle a cherché à générer une bibliothèque d'analogues pour ensuite les bio-évaluer.

ÉTAPE 1
Choix de la molécule modèle

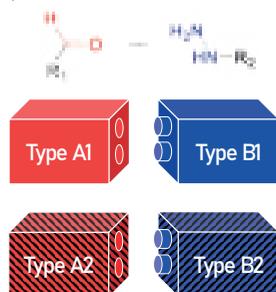


Guanofuracine

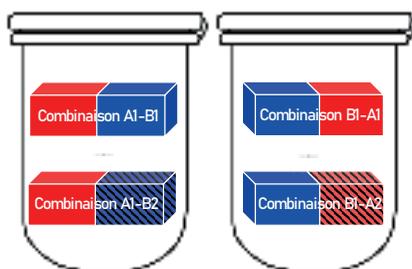
La chimie combinatoire : une alliée dans la course à l'antibiorésistance

Pour cela, l'équipe a fait appel à la synthèse combinatoire en mélange, de manière à produire efficacement une large bibliothèque de dérivés de 5-nitrofuranes. Cette technique consiste à synthétiser simultanément plusieurs molécules dans un même milieu réactionnel, en une ou plusieurs étapes. Pour ce projet, une unique étape de chimie, dite "click", est nécessaire. Il s'agit de la condensation totale et instantanée d'un composé organique comportant un groupement aldéhyde (fonction carbonyle C=O), avec une molécule possédant une fonction hydrazine (deux groupements amine NH₂). Une multitude de combinaisons est alors possible.

ÉTAPE 2
Choix des précurseurs



ÉTAPE 3
Chimie combinatoire dans des tubes



La chimie combinatoire en mélange présente de nombreux avantages pour la recherche de nouvelles molécules actives : d'une mise en œuvre simple et automatisable, elle aboutit à la synthèse d'un grand nombre de composés et n'utilise que de faibles quantités de réactifs. De plus, la purification des composés n'est pas nécessaire à l'issue de leur synthèse : leur évaluation en première approche peut se faire en mélange. En réduisant ainsi la manipulation des composés, on gagne un temps considérable et on augmente la probabilité de trouver une molécule active.

L'équipe SyCoBiot a sélectionné ses précurseurs A et B selon plusieurs critères structurels et électroniques, afin de garantir une certaine efficacité pharmacologique des composés synthétisés tout en minimisant leur toxicité. Pour ce faire, elle a modifié les groupements chimiques clés de la guanofuracine, en se basant sur les données présentes dans la littérature scientifique. Elle a par exemple remplacé le groupement nitro (NO₂) de la guanofuracine, à l'origine de sa toxicité mais aussi de son activité antibiotique, par des bioisostères. Chimiquement différents, les bioisostères reproduisent les propriétés électroniques et géométriques du groupement original, dont ils conservent l'activité antibiotique tout en réduisant la toxicité.

Des molécules prometteuses identifiées grâce aux antibiogrammes

Afin d'évaluer l'activité antibiotique des nouveaux composés synthétisés, l'équipe a réalisé des antibiogrammes sur des bactéries de type *Escherichia coli* (*E. coli*). Ces tests biologiques, rapides à mettre en œuvre, révèlent facilement la sensibilité, ou l'absence de sensibilité, des bactéries à un antibiotique. Pour cela, les mélanges de composés générés par synthèse combinatoire sont déposés sur les cultures bactériennes. En observant, quelques heures plus tard, l'état du tapis bactérien autour des zones de dépôt, les premières conclusions s'imposent d'elles-mêmes : l'absence de tapis bactérien indique que les bactéries ne se sont pas multipliées correctement et donc qu'elles sont sensibles à une ou plusieurs molécules du mélange.

ÉTAPE 4
Détermination des mélanges actifs
par antibiogrammes en boîtes de Pétri



Il reste alors à déterminer précisément quelles sont la ou les molécules actives du mélange. C'est là qu'intervient le croisement des résultats, également appelé dé-

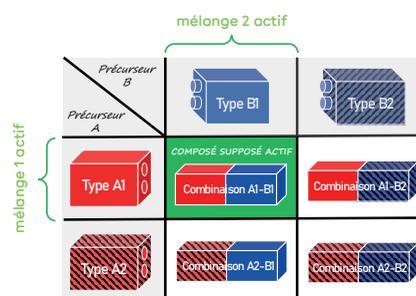
convolution. En rassemblant les données dans un tableau et en ne prenant en compte que les mélanges pour lesquels on observe une activité, il devient possible d'identifier les composés présentant une activité antibiotique.

Les prémices d'un long projet

Grâce à ce projet, l'équipe SyCoBiot a identifié une dizaine de composés ayant potentiellement une activité antibiotique. Par la suite, pour caractériser l'activité de ces composés, il conviendra de tous les synthétiser individuellement pour confirmer leur activité antibiotique sur différentes souches bactériennes, déterminer s'il s'agit d'une activité bactériostatique ou bactéricide et tester leur éventuelle toxicité. Si ces résultats sont satisfaisants, afin d'obtenir des composés encore plus efficaces, il faudra vérifier le mode d'action de ces composés et étudier leurs interactions avec la cible biologique pour optimiser leur structure par modélisation moléculaire.

Ce nouveau chapitre vers de potentiels candidats-médicaments n'en est qu'à son début!

ÉTAPE 5
Détermination des composés actifs en prenant en compte les mélanges actifs pour faire la déconvolution



RÉFÉRENCES

- Organisation mondiale de la Santé (2023). *Résistance aux antibiotiques*. www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance
- Le, V. V. H., & Rakonjac, J. (2021). Nitrofurans: Revival of an "old" drug class in the fight against antibiotic resistance. *PLoS Pathogens*, 17(7), e1009663.
- Wolkenberg, S. E., & Su, A. I. (2001). Combinatorial synthesis and discovery of an antibiotic compound: An experiment suitable for high school and undergraduate laboratories. *Journal of Chemical Education*, 78(6), 784.

Coup de cœur
du public
Poster

« PLAY UP, NORTH END! » LE CLUB DE FOOTBALL BRITANNIQUE DE PRESTON: ENTRE DÉMOCRATISATION ET PROFESSIONNALISATION (1888-1939)

Article rédigé par Léonard Darbeau,
M1 ENS Paris-Saclay

Dans le cadre d'un mémoire de recherche de master 1, Léonard Darbeau a tenté de combler un angle mort de l'historiographie française, qui évoque peu le football britannique. Il s'est penché sur un club emblématique de la fin du XIX^e siècle, celui de Preston North End, basé dans une ville industrielle du nord de l'Angleterre. Son étude, qui a porté sur la période entre 1888 et 1939, a cherché à d'identifier les évolutions majeures du football en Angleterre, de son économie mais aussi de ses liens avec la société britannique.



© The Lancashire Daily Post, édition du 30 avril 1937, p. 14

L'année 1888 marque en Angleterre la création de la « Football League », le premier championnat professionnel de football, qui se compose alors de douze équipes dont celle de Preston North End (PNE). Un tournant pour le football britannique, tant la question du professionnalisme des joueurs fait l'objet d'un débat intense auparavant. Au début des années 1880, la fédération anglaise refuse ce statut et va même jusqu'à exclure le PNE de la Coupe d'Angleterre en 1884 pour

ce motif. Mais elle est rapidement obligée d'assouplir ce principe face à la montée en puissance des clubs du nord du pays qui rémunèrent leurs joueurs grâce au financement apporté par les industriels. L'entrée du football dans l'ère professionnelle et son économie de plus en plus florissante vont ainsi de pair avec la popularité grandissante de ce sport. PNE en est un exemple fécond. Entre 1888 et 1939, les évolutions que subit le club sont importantes, tant dans leurs dimensions économiques que sociales.

Entre 1888 et 1918: un football en pleine croissance mais marqué par une forte concurrence entre classes sociales

Sur les trois décennies à cheval entre les XIX^e et XX^e siècles, le football monte en puissance à Preston et gagne en attractivité. L'affluence au stade augmente sensiblement, quoiqu'un peu freinée par le passage du club en deuxième division entre 1902 et

1904 et fluctuant selon les performances sportives de l'équipe. Elle atteint tout de même plus de 10 000 spectateurs au stade en 1905, loin devant les 6 400 spectateurs en moyenne en 1889. La presse locale témoigne de la place prise par le football à l'échelle de la ville. Elle consacre à intervalles réguliers de nombreux articles au ballon rond, que ce soit dans le bihebdomadaire *The Preston Herald* ou le quotidien *The Lancashire Daily Post*.



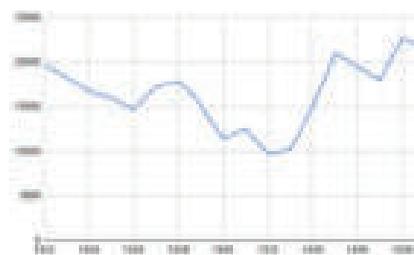
Évolution de l'affluence moyenne au stade de Deepdale par saison entre 1889 et 1906.

Néanmoins, le football prestonien subit de nombreuses tensions, qui traduisent de façon symbolique deux visions opposées du football : celle de la classe ouvrière et celle de la classe aristocratique. La presse se fait l'écho de ce conflit. Elle relaye tantôt la première vision, fondée sur la force physique et l'esprit collectif. Un article du *Lancashire Daily Post* évoque par exemple le fait que les joueurs de PNE « *travaillent comme un seul homme* ». À d'autres occasions, elle fait la part belle à la seconde vision, qui met en avant les qualités techniques individuelles des joueurs. Ce même quotidien note que « *le public a apprécié les performances individuelles des joueurs des deux équipes* » au cours d'un match.

En définitive, à la fin du XIX^e siècle à Preston, toutes les classes sociales s'intéressent au football, ce que confirme la répartition sociale des actionnaires de PNE, plutôt représentative de la société anglaise de l'époque. Toutefois, si toutes les couches de la société se prennent de passion pour le ballon rond, elles en ont des représentations différentes.

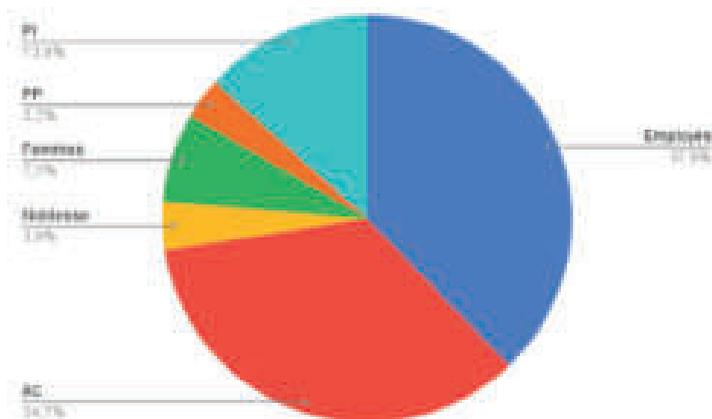
Entre 1919 et 1939 : un football implanté dans la société et qui génère des recettes importantes

Pendant l'entre-deux-guerres, le football continue de se démocratiser à Preston. Plusieurs éléments en apportent la preuve. D'abord, l'affluence au stade connaît un nouveau bond après la Première Guerre mondiale. Si elle connaît un creux au tournant des années 1930, elle repart de plus belle à la fin de cette décennie, où plus de 20 000 spectateurs en moyenne se rendent au stade de Deepdale. En outre, la presse décrit une diversification du public. Principalement constitué d'hommes adultes avant 1914, il change dans les années 1920 et des femmes et des enfants se joignent régulièrement aux grands événements, comme lors de la finale de la Coupe en 1922. Lorsque les joueurs de PNE reviennent dans la ville à l'issue de la compétition, la rue principale « *[est.] noire de monde, il y [a.] autant de jeunes filles et de jeunes femmes que de jeunes garçons et d'hommes parmi la foule* », relatent les journaux de l'époque. Enfin, le football fait moins l'objet d'un conflit de classes, ce qui contribue largement à sa popularité grandissante : il fait consensus et n'oppose plus les classes sociales.



Évolution de l'affluence moyenne au stade de Deepdale, par saison, entre 1922 et 1939.

Cette popularité du football se traduit aussi économiquement. L'image du club PNE et des joueurs est utilisée sur des affiches publicitaires. Ils y font la promotion de vêtements mais aussi de cigarettes, proposant par exemple des stickers à collectionner. Le stade de Deepdale s'adapte également à la montée en puissance économique du football. Le club y apporte de nombreuses modifications durant l'entre-deux-guerres, notamment des tribunes couvertes, et plusieurs catégories de prix sont créées, ce qui maximise la vente de billets. Tout ceci participe à une plus grande marchandisation du football par le club. Le sport devient une source de profits financiers et une véritable économie se construit autour du ballon rond. Au final, le professionnalisme du club se renforce davantage, puisque ce dernier investit à la fois dans des infrastructures, principalement dans le stade, et dans des compétences humaines, en recrutant de nouveaux entraîneurs.



Répartition des actionnaires du club de PNE en fonction de la catégorie sociale entre 1892 et 1939.
PI : professions intellectuelles AC : artisans et commerçants PP : patrons et propriétaires



Publicité pour les cigarettes « Pinnacle » en 1922.

© The Lancashire Daily Post, édition du 29 avril 1922, p. 5.

Devenir de l'étudiant : Léonard Darbeau, a fait une année de césure en 2023-2024, en tant qu'assistant de langue en Autriche. Cette année, il prépare l'agrégation en Histoire.

MATHÉMATIQUES SURPRENANTES : COMMENT LES SMARTPHONES DÉPASSENT LES LIMITES DES APPAREILS PHOTOS

Article rédigé par
Jamy Lafenetre,
M2 ENS Paris-Saclay

Sélection
du comité
+
Vidéo

La photographie amateur au smartphone cristallise un large panel des problématiques rencontrées en traitement d'image. Cette dernière, à l'interface entre l'informatique et les mathématiques appliquées, vise à analyser et corriger des images numériques par des méthodes mathématiques, afin d'améliorer leur lisibilité et leur interprétabilité. À l'occasion d'un stage au centre Borelli (Univ. Paris-Saclay/CNRS/ENS Paris-Saclay/Université Paris-Cité/Service de santé des armées), Jamy Lafenetre a disséqué certains des algorithmes implémentés au sein des smartphones afin d'en comprendre leurs forces et leurs limites.

Les smartphones sont aujourd'hui très communément utilisés comme appareils photos. La qualité des images réalisées s'est en effet drastiquement améliorée en dix ans et contribue désormais de manière significative au choix d'un modèle plutôt qu'un autre.

Cependant, cette qualité ne va de prime abord pas de soi et l'acquisition de belles images est parsemée d'embûches : la contrainte de taille du smartphone limite la quantité de lumière reçue par le capteur photo et l'empêche d'être muni d'une lentille grossissante trop encombrante. Sans un système de traitement d'image performant implémenté dans l'appareil, celui-ci serait incapable de zoomer et les images se retrouveraient polluées par du bruit, un grain parasite aléatoire.

Branche du traitement du signal à la croisée de l'informatique et des mathématiques appliquées, le traitement d'image a justement pour objectif d'améliorer les images numériques et leur interprétabilité par l'utilisation de méthodes algorithmiques. Il trouve des applications en imagerie médicale, dans la surveillance, l'observation spatiale ou des domaines plus ludiques.

Alors que la puissance de calcul embarquée par les microprocesseurs des smartphones suit la loi de Moore, augmentant encore d'année en année, la qualité des images capturées par ces appareils atteint aujourd'hui des sommets. Des fabricants de smartphones se targuent d'ailleurs de proposer des modèles munis de zoom grossissant jusqu'à 50 fois.

La super-résolution par fusion de séquences d'images prises à la main

Lors de son stage dans l'équipe du centre Borelli, Jamy Lafenetre a examiné la méthode de traitement et d'analyse d'images implémentée au sein du modèle de smartphone Google Pixel 3, pour en détecter les forces et faiblesses. Cette méthode repose sur la fusion de séquences d'images : lors de la prise, l'appareil enregistre une dizaine d'images à la suite puis les fusionne numériquement. En seulement un dixième de seconde, il calcule une image en haute-résolution et dénuée de bruit.

Pour cela, une étape préliminaire est essentielle : l'alignement des images. En effet, le tremblement naturel des mains tenant

l'appareil provoque un décalage infini-
simal de chacune des images, qui doivent
être recalées à l'aide d'un algorithme de
stabilisation. En réalité, ce tremblement
est indispensable au bon fonctionnement
de la méthode, puisqu'il permet de capturer
dans chaque image des détails différents et
complémentaires.

Le recalage d'images consiste à intercaler
entre chaque image les pixels des autres
images. On obtient alors un nuage diffus de
pixels éparpillés sur un plan en deux dimen-
sions. Pour construire l'image finale, l'algo-
rithme « interpolate » ce nuage sur une grille
régulière, c'est-à-dire estime de façon sta-
tistique les valeurs plausibles pour chacun
des pixels qui s'affichera sur l'image finale
en haute-résolution.

Il s'agit d'une moyenne locale où l'impor-
tance relative de chaque pixel du nuage
est minutieusement calculée. En premier
lieu, l'algorithme adapte la moyenne à la
structure locale de l'image, c'est-à-dire à
sa texture (l'amplitude des variations spa-
tiales du signal bidimensionnel de l'image)
et à son orientation. Dans un second temps,
l'algorithme détecte les cas pathologiques et
rejette certains pixels trop différents qui
risqueraient de polluer le résultat. Cette étape
est particulièrement nécessaire lorsque l'ap-
pareil capture une scène mobile: les images
sont alors fortement susceptibles de différer
deux-à-deux à cause des occlusions.

Une alternative au *deep-learning*, toujours d'actualité et essentielle

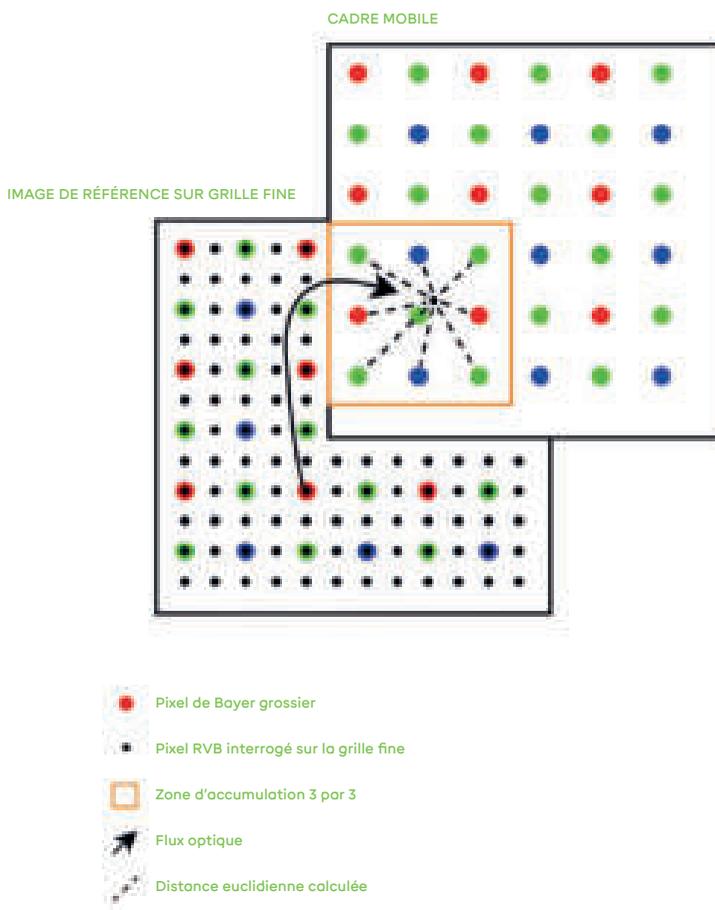
Les techniques mises en œuvre par l'al-
gorithme du Google Pixel 3 ne datent pas
d'hier, certaines remontent même aux
années 80, soit bien avant l'avènement
du *deep-learning* et des « réseaux de neu-
rones ». Cet exemple confirme la pertinence
toujours d'actualité des méthodes de trai-
tement d'image dites « conventionnelles » :
bien maîtrisés, ces outils mathématiques
sont capables d'exploiter intégralement la
puissance de calcul disponible, davantage
que les réseaux de neurones. Alors que cer-
taines idées semblaient trop complexes d'un
point de vue calculatoire au siècle dernier,
elles se révèlent particulièrement adaptées
aux moyens d'aujourd'hui.

Hallucinations intolérables: le revers de la médaillon du *deep-learning* et le fléau de l'apriori

Le *deep-learning* pose d'autres problèmes
de taille: ceux des données d'apprentissage
et des biais. En effet, les données d'appren-
tissage sont parfois rares et difficiles à récol-
ter, et parce que les réseaux de neurones re-
posent par essence sur un apriori acquis lors
de l'apprentissage réalisé sur ces données, ils
sont biaisés et sujets à « halluciner », c'est-
à-dire qu'ils créent de l'information à partir
de rien. Bien qu'anecdotiques pour la photo-
graphie personnelle, ces aspects posent pro-
blème pour nombre d'applications, comme
la surveillance et l'observation satellite, où
la fiabilité et l'explicitabilité du résultat sont
fondamentales.

C'est pourquoi, après avoir analysé l'algo-
rithme de super-résolution embarqué dans
le smartphone Google Pixel 3, l'équipe du
Centre Borelli a cherché à adapter le fonc-
tionnement de cet algorithme au traitement
de séquences d'images capturées par des sa-
tellites. Pour cela, elle a pris en compte la
nature particulière des vibrations induites
par le satellite, ainsi que d'autres spécifici-
tés des séquences d'images: chaque pho-
tographie dispose d'un temps d'exposition
différent, ce qui représente une difficulté
supplémentaire à intégrer lors de la fusion
des séquences d'images.

Les résultats qu'elle a obtenus s'approchent
de ceux générés par des méthodes de
deep-learning, mais sans les calculs intenses
associés à ces méthodes. Et surtout, ils font
état de l'absence de risque de biais ou d'hal-
lucination: une plus-value inestimable dans
le domaine.



VERS LA RECHERCHE DE MOLÉCULES ESPOIRS DANS LA LUTTE CONTRE L'ÉPILEPSIE

Article rédigé par Méline Scopin,
M2 Université Paris-Saclay

Coup de cœur
du public

Une équipe de chercheurs et chercheuses en neurosciences de l'Institut du Fer à Moulin (IFM - Inserm, Sorbonne Univ.) à Paris a mené des travaux concernant une nouvelle piste de traitement possible de l'épilepsie. Elle s'est intéressée à une molécule spécifique et a analysé si elle parvient à réduire une forme d'activité pathologique des cellules nerveuses provenant d'échantillons cérébraux de patientes et patients épileptiques. Quoiqu'initialement encourageante, l'analyse postérieure d'un plus grand jeu de données semble indiquer que cette molécule n'affecte pas de faibles activités épileptiformes. Il reste à l'équipe à étudier si la molécule est capable de diminuer les crises épileptiques.

Elle attaque par surprise et les crises, aussi soudaines qu'imprévisibles et de courte durée, laissent les personnes dans un grand désarroi. L'épilepsie est une maladie neurologique chronique qui touche le cerveau et atteint une personne sur 1 000 à l'échelle mondiale. En France, le nombre de cas se situe entre 400 000 à 600 000.

Selon la région et l'étendue du cerveau impliquées, l'épilepsie prend différentes formes (généralisées ou focales) et ses manifestations varient. Les crises, qui proviennent de l'hyperactivité synchrone de populations de neurones, se traduisent par des hallucinations, des contractions musculaires, des fourmillements dans les membres, des absences, des pertes de connaissance, des convulsions, etc. Les causes en sont multiples et restent souvent mal identifiées, même si l'on suspecte des lésions cérébrales, indétectables, à l'origine des crises.

Les antiépileptiques, ce n'est pas (non plus) automatique

Parfois impressionnante, l'épilepsie est aujourd'hui majoritairement prise en charge par voie médicamenteuse. Si le type de médicaments et la dose administrés restent à bien définir et à adapter, le bénéfice est souvent notable pour les patientes et patients et va par moment jusqu'à la guérison. Toutefois, pour un tiers d'entre elles et eux, la maladie persiste en dépit du traitement appliqué. Dans d'autres cas, elle nécessite un recours à la chirurgie, afin de retirer le foyer épileptique ou d'incorporer un implant curatif.

Si la procédure chirurgicale limite la fréquence des crises épileptiques pendant des années, elle est aussi lourde et susceptible d'entraîner des légères altérations cognitives. C'est pourquoi, face à ces constats, de nouvelles pistes de traitement, plus efficaces, restent à trouver. C'est l'objet de certains travaux des neuroscientifiques de l'Institut du Fer à Moulin (IFM), à Paris, qui ont mené une étude sur l'épilepsie du lobe temporal. Celle-ci cible principalement l'hippocampe, une région cérébrale connue pour son rôle dans la mémoire.



ILLUSTRATION D'OPÉRATION POUR L'ÉPILEPSIE DU LOBE TEMPORAL AVEC RÉSECTION DE L'HIPPOCAMPE

La mécanique des crises

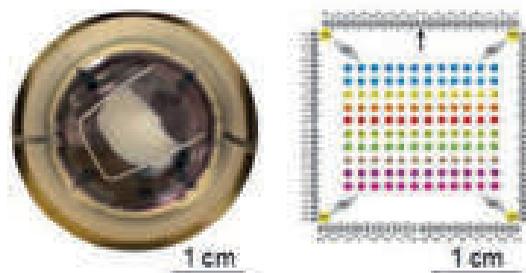
Au préalable, les scientifiques ont tenté de mieux comprendre quels sont les mécanismes à la source des crises épileptiques. En effet, il existe de nombreux mécanismes favorisant l'hyperactivité des neurones. Un déséquilibre entre l'excitation et l'inhibition des neurones, par exemple, ou la perturbation du neurotransmetteur GABA (acide γ -aminobutyrique), en grande partie responsable des processus inhibiteurs, contribuent à une activité pathologique des neurones.

L'équipe de Jean-Christophe Poncer, de l'IFM, s'est focalisée sur le rôle d'une protéine qui participe à la régulation de l'excitabilité de certains neurones. Il s'agit d'une protéine située sur la membrane des neurones par laquelle traversent des ions potassiques: c'est un canal potassique. Des recherches antérieures menées par cette équipe et les résultats obtenus suggèrent que l'expression de ce canal serait réduite avec l'épilepsie. Récemment, une petite molécule a été pointée comme étant capable d'augmenter la fréquence d'ouverture de ce canal potassique. L'équipe a donc décidé de tester l'action de cette molécule chez des patientes et patients épileptiques et son implication dans une éventuelle réduction des activités pathologiques des neurones.

Des tests sur des échantillons de tissus cérébraux recueillis à l'hôpital

L'injection directe de la molécule dans le corps des patientes et patients n'étant pas envisageable à ce stade pour des raisons de respect des règles de sécurité et d'innocuité, l'équipe a appliqué la molécule d'intérêt sur des prélèvements de tissus cérébraux issus de personnes épileptiques. Ces prélèvements proviennent des tissus retirés lors d'une opération chirurgicale pratiquée sur une personne épileptique en vue de son traitement et dont une partie est allouée à la recherche. L'équipe a ainsi disposé d'échantillons issus de différentes patientes et patients atteints d'épilepsie du lobe temporal. Les tissus, prélevés au bloc opératoire, ont été transportés au laboratoire dans une solution neuroprotectrice les maintenant dans un état fonctionnel.

ENREGISTREMENT DE L'ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE D'UNE TRANCHE SUR UNE MATRICE D'ÉLECTRODES



Chaque échantillon de tissu a été préparé puis déposé sur une matrice d'électrodes afin d'enregistrer les courants électriques le traversant. L'équipe a ensuite suivi en direct l'activité électrique des populations de neurones sur un écran. Pour une grande partie des tissus testés, des pics sont apparus toutes les unes à deux secondes. D'après leurs caractéristiques (amplitude, fréquence, localisation), ces pics ont été identifiés comme « activité interictale », une activité pathologique générée en dehors des crises d'épilepsie.

L'équipe a ensuite ajouté la molécule d'intérêt à la solution pour mesurer si elle entraîne une diminution significative de la fréquence et de l'amplitude de l'activité interictale. Malgré de premiers résultats semblant encourageants, une analyse plus approfondie et plus importante de données n'a pas confirmé une diminution, grâce à la molécule, de l'activité pathologique des neurones présents dans les échantillons de tissus cérébraux.

L'équipe a effectué une étude plus poussée de l'effet de cette molécule sur les cellules individuelles. Elle a mesuré le niveau d'activité d'un neurone en réponse à une stimulation, en absence puis en présence de la molécule. Cela lui a fait découvrir que cette molécule réduit l'activité neuronale seulement pour de très fortes stimulations: si les activités interictales ne sont pas générées par une activité d'amplitude suffisante, l'effet de la molécule reste trop modeste et invisible. Et bien que la molécule d'intérêt n'ait pas eu l'effet espéré sur les activités pathologiques auxquelles l'équipe s'est intéressée, il reste encore aux scientifiques à découvrir si cette molécule réduit la fréquence ou la durée des crises épileptiques.

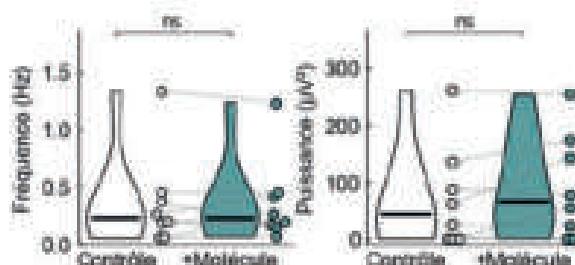
RÉFÉRENCES

- Goutierre, M., Al Awabdh, S., et al. (2019). KCC2 regulates neuronal excitability and hippocampal activity via interaction with Task-3 channels. *Cell Reports*, 28(1), 91-103.
- Simonnet, C., Sinho, M., et al. (2023). Silencing KCC2 in mouse dorsal hippocampus compromises spatial and contextual memory. *Neuropsychopharmacology*, 48, 1067-1077.

DÉTECTION AUTOMATIQUE DES ACTIVITÉS INTERICTALES



QUANTIFICATIONS SUR 8 TRANCHES DE 5 PATIENTS



RETOUR SUR LE CONGRÈS

Tout le comité d'organisation tient à remercier l'ensemble des participantes et participants pour la qualité remarquable de leurs présentations et le professionnalisme dont elles et ils ont fait preuve.

Félicitations particulières à toutes les étudiantes et tous les étudiants retenus et qui sont mis à l'honneur dans ce numéro du journal.

LES SÉLECTIONS DU COMITÉ

• Communication orale

Natacha Marjanovic, « *Be proud, and loud* » : *marqueurs de fierté dans les discours oraux de drag queen*, M2 ENS Paris-Saclay, présentation individuelle

Mélina Scopin, *Cibler les canaux potassiques de fuite TASK-3 dans l'épilepsie du lobe temporal mésial*, M2 Université Paris-Saclay, présentation individuelle

Eva Dumesnil, *Quel rôle ont les pollinisateurs dans notre alimentation ?*, M1 AgroParisTech, présentation individuelle

Bora Guloren, *Effet de la répétition des exercices à haute-intensité sur les biomarqueurs salivaires chez les athlètes top-élite*, M2, Université Paris-Saclay, présentation individuelle

Hélène Lubrano Di Scampamorte, *Étude moléculaire et fonctionnelle de la modulation des canaux ASIC par les lipides endogènes*, M2 ENS Paris-Saclay, présentation individuelle

• Poster

Théo Ternier, *Superposition de données 2D et 3D afin de mieux comprendre la structure de grains spatiaux*, M1 Université Paris-Saclay, présentation individuelle

Yousna Aboudou, Maysem Hachim, Océane Menguy, Clara Chaize et Kirrthana Makenthirathan, *Recherche de nouveaux composés présentant des propriétés antibiotiques par chimie combinatoire*, M1 Université Paris-Saclay, présentation en groupe

• Vidéo

Arthur Colin et Thibault de Varax, *Causes et conséquences de la salinisation des sols*, M2 CentraleSupélec, présentation en groupe

Jamy Lafenetre, *Super-résolution temps réel : une alternative au deep-learning, interprétable et sans hallucinations*, M2 ENS Paris-Saclay, présentation individuelle

LES COUPS DE CŒUR DU PUBLIC

• Communication orale

Valentin Henriet, *Cartographie quantitative du pH dans les muscles squelettiques par IRM : application aux pathologies neuromusculaires*, M2 Université Paris-Saclay, présentation individuelle

• Poster

Leonard Darbeau, *Cartographie quantitative du pH dans les muscles squelettiques par IRM : application aux pathologies neuromusculaires*, M1 ENS Paris-Saclay, présentation individuelle

• Vidéo

Pietri Mélanie, *Production de biocarburants à partir de ressources renouvelables : étude de la sensibilité des microalgues à l'électroporation*, M2 ENS Paris-Saclay, présentation individuelle

PRIX SPÉCIAL « L3 OU ÉQUIVALENT »

Esther Gilles, Aida Boukamel, Meyssa Beghdad, Pauline Vittaz, Ben Hamou-Kuijpers Elsa, Chaouat Elsa et Beaura Nathan, *Psonyx, un nouveau virus découvert par des étudiants de licence de biologie*, L3 Université Paris-Saclay, présentation en groupe



Photo des participantes et participants, sélectionnés pour un prix, présents le jour du Congrès

JUNIOR PLURIDISCIPLINAIRE DU 8 JUIN 2023

COMITÉ D'ORGANISATION DU CONGRÈS JUNIOR PLURIDISCIPLINAIRE 2023

Laure-Lise Chapellet (ENS Paris-Saclay)
Responsable du projet Congrès junior

Stéphanie Nowak (Université Paris Saclay)
Assistante du projet Congrès junior

Membres du comité d'organisation du Congrès :
Sarah Cohen-Boulakia (UFR Sciences)

Nathalie Corbalan (AgroParisTech)

Bich-Liên Doan (CentraleSupélec)

Christine Duvaux-Ponter (AgroParisTech)
Directrice adjointe recherche de la GS MRES

Anne Lafosse (UFR Sciences)
Directrice adjointe formation de la GS MRES

Keitaro Nakatani (ENS Paris-Saclay)

David Néron (ENS Paris-Saclay)
Directeur de la GS MRES

COMITÉ SCIENTIFIQUE DU CONGRÈS JUNIOR PLURIDISCIPLINAIRE 2023

Le comité scientifique est composé du comité d'organisation et de représentantes et représentants nommés par les autres Graduate Schools de l'Université Paris-Saclay.

Pascal Aubert
(École universitaire 1^{er} cycle, Université Paris-Saclay)

Élodie Béthoux
(GS Sociologie et Science politique, UVSQ)

Maryse Bresson (GS Éducation, Formation, Enseignement, UVSQ)

Eddy Dumas (GS Chimie, UVSQ)

Sylvain Gautier (GS Santé Publique, UVSQ)

Stefan Haar (GS Informatique et Sciences du Numérique, Inria/ENS Paris-Saclay)

Delphine Mika
(GS Health and Drug, Université Paris-Saclay)

Jean-Marie Mirebeau
(GS Mathématiques, Université Paris-Saclay)

Rafael Munoz-Tamayo
(GS Biosphera, INRAE/AgroParisTech)

Pascale Riolland
(GS Life Sciences and Health, ENS Paris-Saclay)

Le comité souhaite également remercier tous les spectatrices et spectateurs venus soutenir les étudiantes et étudiants, et ainsi découvrir les thématiques diverses et variées présentées, reflétant la richesse de l'Université Paris-Saclay.

Un grand merci au pôle multimédia de l'ENS Paris-Saclay et à l'équipe de réalisation qui ont fait un travail fantastique afin de permettre la rediffusion en direct des présentations dans les amphithéâtres et la réalisation du film promotionnel.

Plus généralement, le comité remercie toutes les personnes ayant contribué à l'organisation et au bon déroulement de cette belle journée!

MEMBRES COMITÉ JUNIOR

Aka Doche (AgroParisTech)
Master 2 Procédés, Biotechnologies, Aliments

Audrey Pollien (ENS Paris Saclay)
*Élève normalienne à l'ENS Paris-Saclay,
1^{re} année de master de chimie*

Oriane De La Cropte De Chanterac (AgroParisTech)
Master suppléante Nutrition et Sciences des Aliments

Daniela Torres Diaz (Université Paris-Saclay)
Doctorante Chimie

Josué Moreau (ENS Paris-Saclay)
*1^{re} année de doctorat à l'Inria - Laboratoire
Méthodes Formelles (LMF - Université Paris-Saclay, CNRS,
ENS Paris-Saclay, CentraleSupélec, Inria)*

Léo Kulinski (ENS Paris-Saclay)
*Année de recherche en recherche-crédation (ARRC)
à l'ENS Paris-Saclay*

Julien Mallétoit (ENS Paris-Saclay)
Doctorant Chimie

Léa Chocron (ENS Paris-Saclay)
Doctorant Chimie

LE CONGRÈS JUNIOR PLURIDISCIPLINAIRE EST ORGANISÉ PAR

**université
PARIS-SACLAY**

GRADUATE SCHOOL

Métiers de la Recherche
et de l'Enseignement
Supérieur

LE CONGRÈS JUNIOR PLURIDISCIPLINAIRE A ÉTÉ ACCUEILLI À L'ENS PARIS-SACLAY,
IL A BÉNÉFICIÉ DU SOUTIEN DE L'ÉCOLE, COORDINATRICE DE LA GRADUATE SCHOOL.

**école
normale
supérieure
paris—saclay**

AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE L'INSTITUT DATAIA



ÉTABLISSEMENTS COMPOSANTES DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY



UNIVERSITÉS MEMBRES-ASSOCIÉS



Directeur de la publication : Camille Galap
Directeur de la rédaction : David Néron
Rédactrice en chef : Véronique Meder
Manager du projet de publication : Thu Ho Le Dang
Secrétaire de publication : Stéphanie Nowak
Design graphique, illustration de couverture et typographie de titrage : Jérôme Foubert

CONGRÈS JUNIOR PLURIDISCIPLINAIRE DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY JEUDI 8 JUIN 2023

QUI?

Si vous êtes en L3, M1, M2, en cycle ingénieur ou cycle normalien, c'est pour vous!

QUOI?

Formats possibles:
• Communications orales courtes
• Posters
• Vidéos pré-enregistrées

QUAND?

Date limite des soumissions: 5 avril
Retours du comité de sélection: 2 mai
Fin des inscriptions au congrès: 12 mai
Congrès à l'ENS Paris-Saclay: 8 juin

COMMENT?

En vous rendant sur le site de la Graduate School MRES (QR code en bas de l'affiche)

RÉCOMPENSES!

Des prix seront remis pour les meilleures participations selon différentes catégories!

Rapprochez-vous de vos encadrants, qu'ils n'hésitent pas à se renseigner en contactant: gs.mres@universite-paris-saclay.fr

INFORMATIONS

POUSSES DE CHERCHEUR·EUSES
Cultivez vos méninges!



université
PARIS-SACLAY

GRADUATE SCHOOL
Métiers de la Recherche
et de l'Enseignement
Supérieur

université
PARIS-SACLAY

GRADUATE SCHOOL
Métiers de la Recherche
et de l'Enseignement
Supérieur



[www.universite-paris-saclay.fr/graduate-schools/
gs-metiers-de-la-recherche-et-de-lenseignement-superieur](http://www.universite-paris-saclay.fr/graduate-schools/gs-metiers-de-la-recherche-et-de-lenseignement-superieur)

Site web de la Graduate School
Métiers de la Recherche et de l'Enseignement
Supérieur de l'Université Paris-Saclay



[www.universite-paris-saclay.fr/graduate-schools/
gs-metiers-de-la-recherche-et-de-lenseignement-superieur/
gs-mres-congres-junior](http://www.universite-paris-saclay.fr/graduate-schools/gs-metiers-de-la-recherche-et-de-lenseignement-superieur/gs-mres-congres-junior)

Site web du Congrès Junior Pluridisciplinaire