

# microSCOOP

Un regard sur les laboratoires en Centre Limousin Poitou Charente

n°87 - mars 2023

## Environnement

Halte aux feux !

### Société

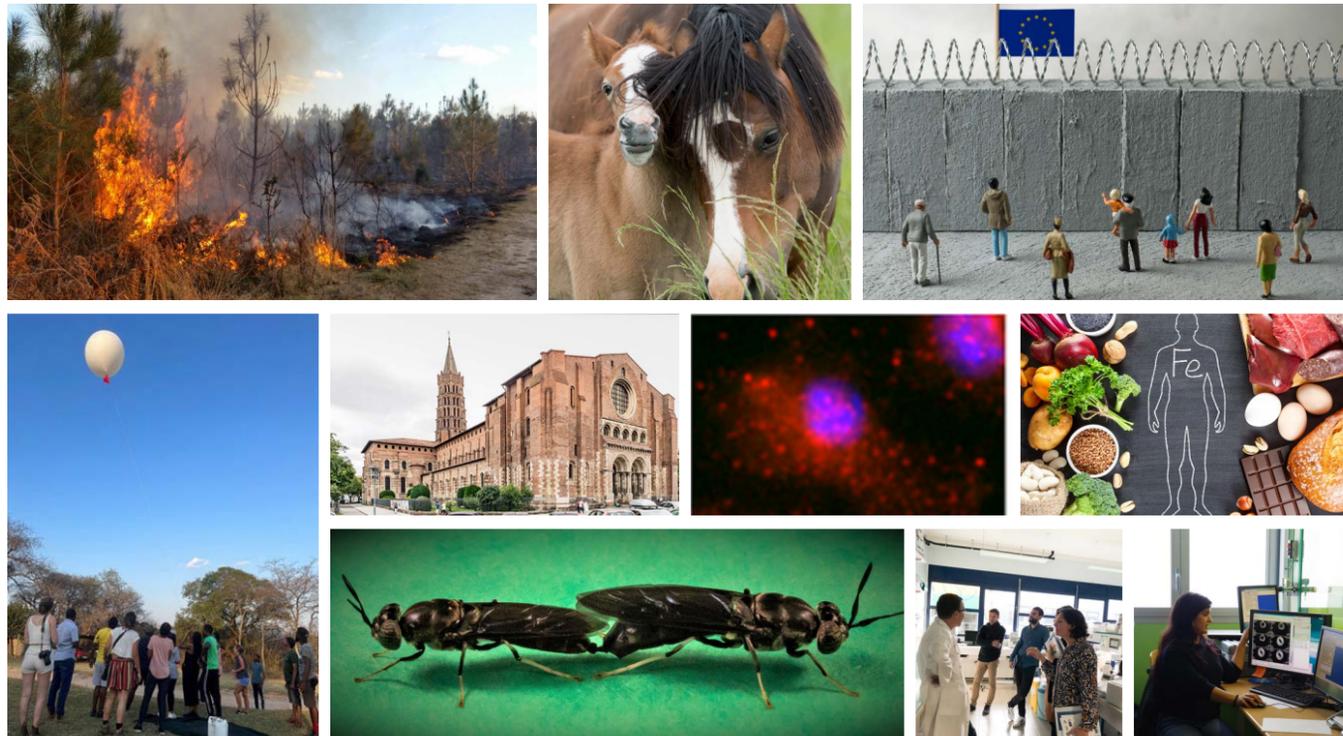
Jungle et camps "VIP" en Bosnie-Herzégovine

### Biologie

La mouche soldat noire, mieux la connaître pour des élevages durables

The CNRS logo is a white circle containing the letters 'cnrs' in a lowercase, sans-serif font. It is positioned in the bottom left corner of the page, partially overlapping the fire image.

cnrs



ISSN 1291-8083

**Photo couverture :** Avancée du front de flamme dans un feu de végétation © Pixabay

**CNRS Centre Limousin Poitou Charente**  
 3E, Avenue de la Recherche Scientifique  
 CS 10065 – 45071 ORLÉANS CEDEX 2  
 T 02 38 25 52 01  
[www.centre-limousin-poitou-charente.cnrs.fr](http://www.centre-limousin-poitou-charente.cnrs.fr)  
 Contact : [Communication@dr8.cnrs.fr](mailto:Communication@dr8.cnrs.fr)  
[@DR08\\_CNRS](https://twitter.com/DR08_CNRS)

**Directeur de la publication**  
 Ludovic Hamon

**Secrétaires de la publication**  
 Florence Royer  
 Miléna Verot

**Création graphique/conception**  
 Linda Jeuffrault

**Ont participé à ce numéro :**  
 Christophe Bressac, Bruno Coudour,  
 Fabienne Dedaldechamp, Youssef El Hafiane,  
 Vanessa Ernst-Maillet, Louis Fernier,  
 Élise Guyot, Élisabeth Herniou,  
 Corinna Kloss, Laurent Lemee,  
 Frédéric Manas, Catherine Mura,  
 Élisabeth Nau, Philippe Paquant,  
 Marina Querejeta, Misbah Razzaq,  
 Agnès Smith.

# Éditorial

La délégation a connu une évolution dans son périmètre d'intervention, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, suite au transfert de gestion des unités mixtes avec l'Université de La Rochelle à la délégation Aquitaine. La délégation a été renommée Centre Limousin Poitou Charente en cohérence avec l'implantation géographique des laboratoires de la circonscription : Orléans, Nançay, Tours, Nouzilly, Limoges, Brive, Poitiers et Angoulême. Microscop poursuit l'exploration des activités de recherche des laboratoires implantés sur ces territoires.

Ce nouveau numéro est une parfaite illustration de la relation science-société avec des travaux de recherche complètement connectés aux enjeux de notre monde. Vous commencerez votre lecture par un article dédié à l'environnement des camps de personnes migrantes en Europe. Vous enchainerez ensuite par une présentation de travaux de recherche sur les feux de végétation qui ont particulièrement marqué l'actualité de l'été 2022 en Nouvelle-Aquitaine ; ces travaux ont d'ailleurs été menés en étroite collaboration avec les professionnels des secours. Vous poursuivrez avec la lecture d'articles sur le développement de ciments bas carbone et sur l'étude de panache d'aérosols suite à une éruption volcanique grâce au lancement de ballons. D'autres articles sont consacrés à la biologie et à l'histoire de Philippa de Toulouse, grand-mère d'Aliénor d'Aquitaine.

Ces travaux de recherche mettent également en lumière l'intérêt d'une approche interdisciplinaire favorisant des réflexions intégrées autour d'une même problématique : la biologie, la chimie et la thermique/combustion ou la biologie et l'intelligence artificielle. L'entomologie est également mise en avant et constitue l'un de ces axes de recherche différenciant et contribuant à forger l'identité et la signature de notre territoire.

Bonne lecture !



**Ludovic Hamon**  
 Délégué régional

## 4 Société

- Jungles et camps "VIP" en Bosnie-Herzégovine

## 6 Environnement

- Halte aux feux !
- Des ciments bas carbone
- À la poursuite du panache de l'Hunga Tonga

## 12 Biologie

- Le fer, toute une affaire
- La mouche soldat noire, mieux la connaître pour des élevages durables
- Quand l'IA simplifie les pronostics

## 18 Histoire

- Philippa de Toulouse : un héritage subtilisé par les puissances masculines

## 20 Actualités

- Les Visites Insolites du CNRS, Année de la Biologie, Signature, Deux inaugurations, Talents CNRS, Évolution de la circonscription.

Imprimeur - Prévost Offset  
 Impression sur papier 100% recyclé Recyral Matt



# Jungles et camps "VIP" en Bosnie-Herzégovine

Entre 2018 et 2022, environ 87 000 personnes ont tenté de rejoindre l'Union européenne depuis la Bosnie-Herzégovine. Dans ce pays, les camps mis en place pour les accueillir procurent une aide de base, dont certaines personnes préfèrent s'écarter en créant des campements informels, à l'écart.

© LOUIS FERNIER



Le Temporary Reception Center de Lipa, sorti de terre en pleine montagne à 23 kilomètres de Bihać.

Le laboratoire Migrations internationales, espaces et sociétés (Migrinter, UMR 7301 – CNRS/Univeristé de Poitiers) analyse l'environnement des camps de personnes migrantes en Europe, en prenant en considération leur lieu d'implantation, leur potentiel isolement et les manières dont les personnes encampées peuvent s'approprier ces lieux.

## LES CAMPS ET LEUR ENVIRONNEMENT

Sont considérés comme "camp" les lieux de mise à l'écart de populations indésirables, rarement cartographiés, où les personnes sont exclues de la société locale et soumises à une législation spéciale. Très large, cette définition comprend à la fois des commissariats où sont détenues des personnes en raison de leur nationalité, des zones de détention en aéroports, des grands centres de transit, ou des lieux de soutien humanitaire. Dans cette recherche, Migrinter s'interroge sur les conditions de vie dans les camps et leur localisation et se demande si les personnes encampées sont les cibles "d'offenses spatiales", c'est-à-dire si elles se voient à la fois privées de leur intimité et exclues des services publics du pays dans lequel elles arrivent.

Parmi leurs hypothèses de recherche, les géographes se demandent également si ces lieux peuvent être le symbole d'un "racisme environnemental", qui viserait à isoler une population des services publics, à la mettre potentiellement en danger et à l'exposer à un déplacement forcé et imprévisible. À l'étude des camps, Migrinter pourrait donc mettre en lumière des situations d'injustice spatiale, en analysant la répartition des ressources socialement valorisées (par exemple les lieux d'éducation, de travail, de loisir) et leur accessibilité.

Pour explorer ces hypothèses, 705 camps ont été recensés en Europe, en regroupant différentes bases de données (Organisation Internationale pour les Migrations, Haut-Commissariat aux Réfugiés, Global Detention Project, Observatoire des Camps de Réfugiés, Collectif Migreurop).

À l'analyse de leur localisation et de leur fonctionnement, les camps de Bosnie-Herzégovine suscitent une attention particulière par leur répartition (ville/campagne), leurs différences (pour hommes seuls/pour femmes seules, mineur.es et familles) et la multitude d'organisations impliquées (institutionnelles/informelles).

## ENCAMPER POUR ENTRER DANS L'UE

Au printemps 2022, une mission de terrain était menée en Bosnie-Herzégovine. Dans ce pays, 7 TRC "Temporary Reception Centers"<sup>1</sup> – majoritairement financés par l'Union européenne – ont été installés depuis 2018 devant l'augmentation des passages vers la Croatie. Le pays est candidat à l'adhésion à l'UE depuis 2016. Dans le cadre du processus d'adhésion, l'UE lui demande de se conformer à des règles en matières économiques, politiques et d'acquis communautaires. Parmi elles, le contrôle des frontières et la gestion migratoire sont annoncées comme des priorités. Pour atteindre ces objectifs, la Bosnie-Herzégovine bénéficie de l'Instrument de Pré-Adhésion, soutien financier européen qui est orienté en partie vers l'Organisation Internationale des Migrations (OIM) pour installer et faire fonctionner des camps.

Dans ce contexte, la ville de Bihać a attiré particulièrement l'attention des scientifiques car elle abritait le camp de Bira en centre-ville de 2019 à 2020, avant l'ouverture du camp de Lipa à 23 kilomètres qui reçoit maintenant les *single men* (fin juin 2022, essentiellement des Bangladais, Afghans, Pakistanais, Burundais et Indiens). Aujourd'hui, Lipa et les autres TRCs ont reçu de nombreux investissements européens. Ils sont reliés aux réseaux électriques et hydrauliques. Des organisations internationales comme la Croix-Rouge, le Danish Refugee Council (DRC), Médecins du Monde (MdM) ou encore Save The Children y assurent leurs services, de telle sorte que certains *beneficiaries*<sup>2</sup> parlent de "VIP camp" ou de "five stars camps"<sup>3</sup> en comparaison avec d'autres pays (en Grèce et en Serbie notamment).

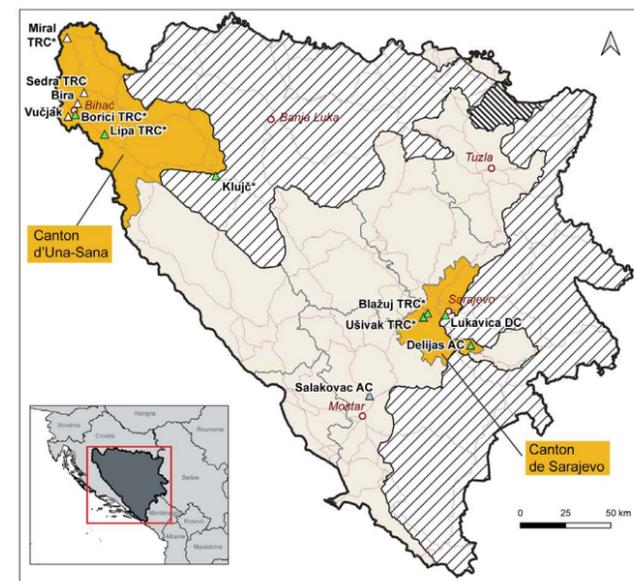
## "... la localisation du camp éloigne drastiquement de la ville et de la frontière..."

Toutefois, certaines personnes choisissent de ne pas vivre dans ces infrastructures afin de conserver une autonomie. Dans le cas de Lipa, la localisation du camp éloigne drastiquement de la ville et de la frontière avec la Croatie convoitée par de nombreux migrants pour entrer dans l'Union Européenne. Ainsi, de multiples squats et campements informels apparaissent dans Bihać et ses périphéries.

Pour accéder à ce terrain que l'on peut qualifier de "sensible" compte-tenu de la précarité des personnes qui y séjournent et des tensions existantes avec la population locale autour des camps, cette recherche a opté pour une période de participation observante.

## LE SECTEUR ASSOCIATIF ILLÉGALISÉ

Les deux premiers mois, une période a été consacrée à l'observation du travail réalisé par une association de soutien aux *People On*



Petit aperçu des camps bosniens et de leur statut



La carte expose la répartition historique des camps en Bosnie-Herzégovine et fait apparaître le checkpoint de Ključ, géré par la Croix-Rouge locale, qui filtre les personnes migrantes dans les bus pour Bihać. Situés exclusivement en fédération de Bosnie-Herzégovine, les camps se concentrent entre les cantons de Sarajevo et d'Una-Sana.

the Move (PoM) qui font le choix de ne pas vivre dans les camps officiels. Cette association organise des suivis médicaux, des distributions alimentaires et matérielles et collecte des témoignages. En Bosnie-Herzégovine, Migrinter a appris que si l'association était bien enregistrée, elle n'avait pas l'autorisation d'employer du personnel. Les activités de ses bénévoles qualifiables de "travail sans autorisation", sont passibles d'une expulsion du pays. Dans ce contexte, le contrôle policier et ce que l'on peut qualifier d'illégalisation de la solidarité obligent l'association à mener ses actions de nuit et à donner rendez-vous aux PoM dans des endroits en marge de la ville. Les personnes soutenues sont rencontrées sous pression, dans l'angoisse d'être arrêtées et transférées vers des camps officiels. En outre, elles ne reçoivent malheureusement pas les vivres ou les matériels qu'elles ont pourtant commandés via des dispositifs de réservation mis en place par l'association sur les réseaux sociaux.

À Bihać, les personnes migrantes indésirables sont ainsi reléguées dans les espaces discrets, lugubres et peu fréquentés de la ville. L'aide qui leur est apportée dans ces conditions est certes précieuse mais déshumanisante. Au cours de cette période d'observation, Migrinter a pu comprendre comment s'organise l'aide informelle dans la ville de Bihać et analyser les stratégies spatiales mises en place (Où sont les campements informels ? Où sont les commerces favorables aux PoM ? Où aller faire ses courses ?). Cette observation s'est ensuite étoffée d'entretiens formels avec des responsables politiques et des visites de lieux d'encampement. Cette étude a mis en évidence que les personnes migrantes sont effectivement victimes d'injustices dans



Entre 2018 et 2022, environ 87 000 personnes ont tenté de rejoindre l'Union Européenne depuis la Bosnie-Herzégovine.

le canton de l'Una Sana puisque les camps formels, dans lesquels l'État cherche à les rassembler, sont sources d'isolement (en pleine montagne, le camp de Lipa n'est pas desservi par les transports publics ; en centre-ville, le camp de Borici impose un couvre-feu à 16H00). Si elles font le choix de ne pas vivre dans ces structures, ces personnes doivent s'installer dans des espaces socialement dégradants (maisons abandonnées sans eau courante ni électricité, campements en bordure de ville).

En comparant le canton de l'Una-Sana et de Sarajevo, on constate que les TRCs génèrent de plus en plus d'injustices spatiales à mesure que l'on se rapproche de la frontière avec la Croatie (les camps officiels de Sarajevo sont notamment mieux reliés aux services publics et à la population locale). Ainsi, cette étude met en évidence que les personnes migrantes illégalisées sont de plus en plus invisibilisées et installées dans des environnements dégradants, à mesure qu'elles se rapprochent de l'Union Européenne.

Louis FERNIER < MIGRINTER  
louis.fernier@univ-poitiers.fr  
<https://migrinter.cnrs.fr/>

<sup>1</sup> Temporary Reception Centers : Nom donné aux camps gérés par des instances officielles. Au printemps 2022, les TRCs ont pour objectif de recevoir les personnes migrantes, mais pas de les renvoyer dans leurs pays d'origine.

<sup>2</sup> Beneficiaries : Terme employé par l'OIM et les ONG internationales pour désigner les personnes encampées en Bosnie-Herzégovine.

<sup>3</sup> VIP camp, five stars camps : Expressions utilisées par des hommes cubains et camerounais rencontrés par le laboratoire à Lipa et à Sarajevo, en avril et juin 2022. La présence de certaines nationalités dans les pays des Balkans s'explique par des parcours migratoires très variables, qui dépendent de nombreux facteurs. Par exemple, des facilités d'octroi de visa (Cameroun-Turquie ou Cuba-Russie) permettent à certaines nationalités de se rapprocher de l'Union Européenne.

# Halte aux feux !

Face à l'augmentation du nombre de feux de forêt et l'aggravation de leur dangerosité, notamment en Nouvelle Aquitaine, les chercheurs de trois laboratoires poitevins se penchent sur la question.

Les feux de végétation font de plus en plus parler d'eux, notamment ces dernières années par la multiplication des incendies géants appelés "mégafeux". Certains scientifiques se demandent si nous sommes entrés dans l'ère du "pyrocène", une ère où le feu ferait partie de notre quotidien.

En plus des mégafeux, des comportements inattendus des feux de végétation sous climat méditerranéen sont observés avec une accélération soudaine de ces derniers et une augmentation de la puissance dégagée. Malheureusement, ce phénomène thermique aussi appelé feu éruptif ou encore embrasement éclair généralisé piège les pompiers présents sur le terrain pour lutter contre la propagation du feu.

## LA RECHERCHE À LA RESCOUSSE

Les moyens actuels ne sont pas suffisants pour lutter contre les mégafeux ou les feux éruptifs. Les scientifiques œuvrent donc pour mieux comprendre la façon dont ils se propagent. Cependant, les feux de végétation sont des processus complexes et nécessitent la collaboration de chercheurs de différentes disciplines pour être analysés. Ainsi à Poitiers, les scientifiques de trois laboratoires réunissent leurs compétences sur cette problématique. L'objectif est d'étudier l'inflammabilité des feux de végétation à travers la physiologie des végétaux et les composés organiques volatils (COV) émis par ces derniers. L'étude de ces données contribuera à appréhender les modes de propagation des feux de forêt.

Les recherches en cours font appel aux savoirs complémentaires de trois disciplines : la biologie pour l'aspect physiologie végétale (laboratoire d'Écologie et Biologie des Interactions, EBI), la chimie pour analyser les émissions gazeuses (Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers, IC2MP), et la thermique/combustion pour explorer la dégradation thermique et l'inflammabilité de la végétation (Institut P').

"... des questions se posent... sur le rôle des résines et des huiles essentielles..."

## LA PHYSIOLOGIE DES PLANTES

Dans le laboratoire EBI (UMR 7267 – CNRS/Université de Poitiers), les biologistes ont observé des modifications physiologiques sur différentes espèces et variétés de plantes soumises à un stress hydrique. En effet, le changement climatique aggrave les périodes de sécheresse qui modifient le métabolisme des plantes et favorisent ainsi la propagation des incendies. Améliorer les connaissances sur la réaction des plantes soumises à un stress hydrique combiné à un stress thermique contribue à identifier les paramètres favorisant la survenue de mégafeux et de feux éruptifs. Si la teneur en eau des plantes est un paramètre clé, des questions se posent également sur le rôle des résines et des huiles essentielles contenant des terpènes. Ces molécules odorantes, particulièrement inflammables sont présentes dans les espèces concernées par les feux de végétation en France (pin, romarin, thym, ...).

Le laboratoire EBI est notamment équipé d'une serre qui permet aux biologistes de soumettre des plantes à un stress hydrique contrôlé, ainsi que de microscopes pour suivre les changements au niveau cellulaire. L'état physiologique des plantes est également évalué grâce au

suivi de la photosynthèse. L'ensemble de ces paramètres vise à mieux comprendre les réactions des différentes espèces aux stress hydriques et thermiques.

## CARACTÉRISATION THERMIQUE ET COMPOSÉS GAZEUX

À l'IC2MP (UMR 7285 – CNRS/Université de Poitiers), les chimistes s'attachent à identifier les composés organiques volatils (COV) émis par les plantes soumises au stress hydrique et ceux produits par l'approche du front de flamme au cours de l'incendie (stress thermique). Deux méthodes différentes de caractérisation thermique sont mises en œuvre. La pyrolyse permet d'étudier les molécules émises ou produites lors de l'incendie à l'échelle de la feuille tandis que la thermodesorption est employée pour l'étude à l'échelle de la plante. Dans les deux cas les molécules sont séparées par chromatographie et identifiées par spectrométrie de masse. Les différences d'identité et de quantité des COV émis ou produits en fonction des espèces de plantes donnent des indications essentielles sur leur inflammabilité et leur résistance aux différents stress.

Les physiiciens de l'Institut P' (UPR 3346 – CNRS) ont des halls et compartiments d'essais incendie instrumentés qui permettent de soumettre expérimentalement des plantes entières à un stress thermique similaire à celui de l'avancée d'un front de feu. L'objectif est de récupérer les gaz issus de ces plantes dont une partie participera à la propagation des feux. Les chercheurs étudient également la dispersion et l'inflammabilité de ces composés gazeux en aval du front de flammes. À travers ces caractérisations tant expérimentales que numériques, ils espèrent déterminer si l'accumulation de ces gaz peut expliquer la dangerosité des feux éruptifs.

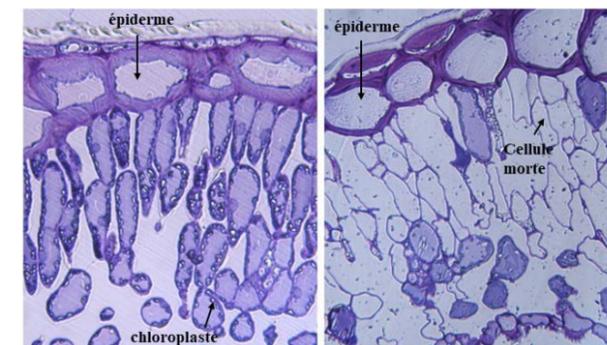
Une première collaboration entre l'Institut P', l'IC2MP et le laboratoire EBI sur le ciste blanc (*Cistus albidus*) et le romarin officinal (*Rosmarinus*



À l'Institut P', les chercheurs soumettent un plant de romarin à une montée en température similaire à celle résultant de l'arrivée d'un feu. Le plant a été muni de capteurs et introduit dans un compartiment équipé d'un panneau radiant.



Avancée du front de flamme dans un feu de végétation.



La plante est mise en situation de stress hydrique au laboratoire EBI. Ses réactions sont notamment étudiées à partir de couches semi-fines (ici de romarin) à l'aide de microscopie optique.

*officinalis*) a montré en 2021 des différences significatives entre des plantes soumises ou non au stress hydrique. Les résultats d'émissions gazeuses lors de la chauffe des feuilles et des plantes jusqu'à 200°C ont montré des quantités relatives d'acides gras plus importantes pour les plants soumis à un stress hydrique ; les acides gras participant à limiter la déshydratation des plantes.

Pour les romarins soumis à un stress hydrique, une forte augmentation des quantités relatives de terpènes émises a été observée, ces derniers agissant comme thermorégulateurs par évaporation. Cependant, ce sont des molécules très inflammables qui augmentent ainsi le risque d'ignition (combustion) de la plante. Une diminution de la quantité d'hydrocarbures émis a aussi été observée, ceux-ci étant remplacés par des composés plus volatils. Ces résultats démontrent que la diminution de la teneur en eau n'est pas le seul facteur qui rend la végétation plus inflammable. La composition des émissions gazeuses est elle aussi modifiée en réponse au déficit hydrique subi par la plante.

La collaboration entre des scientifiques issus de domaines différents est indispensable pour essayer de comprendre la propagation des feux.

Les chercheurs s'appuient aussi sur les opérationnels tels que des pompiers des services départementaux d'incendie et de secours (SDIS) de Poitiers et Niort et le responsable scientifique de la réserve naturelle nationale du Pinail dans la Vienne, zone à risque incendie qui avait brûlé à 95 % en 1991. Le partage d'expertise dépasse le seul cercle des scientifiques experts des phénomènes entrant en jeu dans les mégafeux. Les professionnels des secours apportent aussi leurs connaissances de terrain. Partagées avec les chercheurs, elles contribuent à mieux appréhender les incendies et à renforcer la sécurité des personnes et des biens.

Cette étude bénéficie de financements de l'Agence Nationale de la Recherche (via le dispositif "jeune chercheur jeune chercheuse"), de l'Université de Poitiers (au travers de l'appel à projets Impulsions Interdisciplinaires Recherche), de l'EUR-IntREE (École Universitaire de Recherche - Interfaces en Aéronautique, Énergie et Environnement) et du Labex Interactifs (par une bourse de stage).

Laurent LEMEE < IC2MP  
laurent.lemee@univ-poitiers.fr

Fabienne DEDALDECHAMP < EBI  
fabienne.dedaldechamp@univ-poitiers.fr

Bruno COUDOUR < INSTITUT P'  
bruno.coudour@ensma.fr

<https://ic2mp.labo.univ-poitiers.fr/>

<https://ebi.labo.univ-poitiers.fr/>

<https://pprime.fr/>

L'Institut P' : Physique et Ingénierie en Matériaux, Mécanique et Énergétique est un laboratoire du CNRS en partenariat avec l'Université de Poitiers et l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace - École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique (ISAE-ENSMA).

# Des ciments bas carbone

L'industrie cimentière est l'une des plus polluantes et des plus énergivores. La mise au point de nouveaux produits est urgente et les scientifiques s'y consacrent pour en réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.



Usine de béton et ciment.

L'utilisation de ciments, en tant que matériaux de construction, augmente de façon continue dans toutes les régions du monde. La production mondiale était de 2,55 Milliards de tonnes en 2006 et elle croît d'une façon exponentielle pour atteindre environ 4,5 milliards de tonnes en 2015. Le produit principal du ciment courant Portland, le clinker, est fabriqué à partir d'un mélange d'environ 20 % d'argile et 80 % de calcaire, par un traitement thermique dans un four rotatif à environ 1450 °C. La production de clinker (ou clinkérisation) de ciment est écologiquement contraignante car elle nécessite la consommation de beaucoup d'énergie et émet des quantités importantes de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Un tiers du CO<sub>2</sub> émis par les cimenteries provient de l'énergie (chauffage) nécessaire pour engendrer les réactions de clinkérisation, et deux-tiers sont liés à la décarbonatation du calcaire qui se produit lors de la fabrication du clinker.

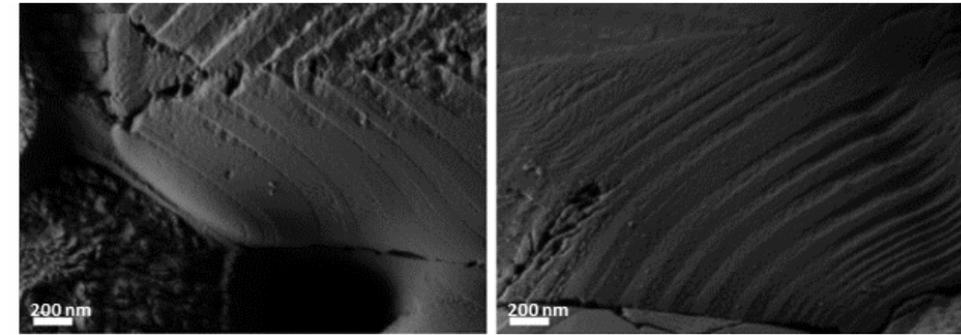
En raison de ces énormes volumes, la production de ciment est responsable d'environ 5 à 8 % du CO<sub>2</sub> total émis et associée au réchauffement climatique. Pourtant, si on regarde de plus près, le béton, dont le constituant principal est le ciment, comparé à d'autres matériaux de construction se situe en réalité parmi les moins émetteurs de CO<sub>2</sub> pour une même quantité de matière.

## NOUVELLES GÉNÉRATIONS DE CIMENT

Le défi actuel des cimentiers est donc de diminuer l'empreinte carbone de la production du ciment tout en gardant une production suffisante pour les besoins grandissants de son utilisation. La première série de développements, engagée par les industriels cimentiers, se concentrait sur la réduction de l'énergie nécessaire à la production de clinker en optimisant les procédés de clinkérisation. La plupart des fours à clinker modernes sont aujourd'hui proches de l'efficacité thermodynamique maximale possible. Par ailleurs, des travaux de recherche sont menés par les industriels et le monde académique pour faire émerger de nouvelles générations de ciment bas carbone, moins énergivores. Dans ce contexte, l'Institut de Recherche sur les Céramiques (IRCER – UMR 7315 CNRS/Université de Limoges) travaille sur trois familles de ces ciments dans une démarche de développement durable qui vise à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, économiser l'énergie et préserver les ressources naturelles.

Matériau	Énergie (MJ/kg)	CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /kg)
Béton normal	0,95	0,13
Briques en terre cuite	3,00	0,22
Route & chaussée	2,41	0,14
Verre	15,00	0,85
Bois (bois brut)	8,50	0,46
Bois (panneau multicouche)	15,00	0,81
Acier	35,00	2,80

Énergie et émissions de CO<sub>2</sub> associées aux matériaux de construction les plus couramment utilisés.



Observations au Microscope Electronique à Balayage de l'état de surface d'un échantillon de bi-silicate de calcium après 5 minutes de dissolution dans l'eau.

## CIMENTS SULFO-ALUMINEUX

Les ciments sulfo-alumineux (CSA) ont l'avantage d'émettre moins de CO<sub>2</sub> et d'entraîner une consommation moindre d'énergie par rapport au ciment courant (Portland). Ces deux avantages sont le résultat de trois facteurs : un taux de calcaire réduit dans les matières premières, une température de cuisson plus basse (~1300°C) et un broyage plus facile, nécessitant moins d'énergie.

La mise au point de ces ciments requiert une meilleure compréhension de leur hydratation, qui est un processus réactionnel qui assure la consolidation pour ces familles de matériaux. L'étude de l'hydratation d'un clinker peut être très complexe à cause de la multitude des phases anhydres qui le constituent, et de leurs différents polymorphismes. Par conséquent, l'IRCER simplifie le problème par l'étude des phases pures, prises individuellement d'abord puis en mélanges. Leurs travaux se concentrent sur la ye'elimite (Ca<sub>4</sub>Al<sub>6</sub>O<sub>16</sub>S), la phase principale des CSA. L'étude des transformations au cours du traitement thermique montre qu'il s'agit d'un modèle de diffusion des ions calcium, aluminium et sulfates avec la formation de phases intermédiaires. Pendant la hausse de température, les ions calcium, aluminium et sulfates vont s'agencer en différentes phases jusqu'à former à partir de 1300 °C la phase d'intérêt, la ye'elimite.

"Cette maîtrise du matériau ouvre le champ des applications... au-delà du domaine du génie civil."

## CIMENTS BÉLITIQUES

Les ciments bélitiques, dits aussi ciments à hautes teneurs en bélite, représentent une autre alternative pour diminuer l'impact négatif des émissions de gaz carbonique de l'industrie cimentière. La bélite est le nom adopté dans l'industrie cimentière pour désigner le silicate bi-calciq. Par comparaison avec un ciment Portland, dont le constituant majoritaire est l'alite, lors de la fabrication de ciment bélitique, la demande en carbonate de calcium (forme du calcaire servant à l'obtention du ciment) est moindre et la température de cuisson est plus basse d'environ 100 à 200 °C.

Ce qui limite actuellement l'utilisation à grande échelle des clinkers bélitiques est leur lente réactivité hydraulique. Cette réactivité lente conduit à une consolidation moindre et par conséquent une résistance mécanique plus faible à court terme. Les travaux de l'IRCER sur le silicate de calcium bicalciq, qui possède différentes variétés allotropiques, concernent la stabilisation et surtout la compréhension du mécanisme

de stabilisation à température ambiante du polymorphe haute température β, polymorphe d'intérêt pour la consolidation/hydratation en présence d'eau. Les surfaces maclées des grains de ce polymorphe plus réactif présentent des défauts (dislocations, joints de macles et joints de grains avec des désorientations), qui constituent des sites de dissolution préférentielle à l'origine des réactions d'hydratation avec l'eau. Cette maîtrise du matériau ouvre le champ des applications du silicate bicalciq au-delà du domaine du génie civil. Cette avancée scientifique a permis à l'IRCER d'être lauréat en 2019 du programme de pré-maturation\* proposé par le CNRS.

## VALORISATION D'ARGILES CALCINÉES

Pour diminuer l'empreinte carbone des ciments, une alternative est de substituer une partie du clinker, préparé par un traitement thermique à 1450 °C, par des argiles calcinées traitées à des températures modérées (< 900 °C). Selon leur nature, ces argiles sont susceptibles de présenter une réactivité hydraulique (appelée pouzzolanité) avec un milieu aqueux riche en chaux. Un travail sur cette thématique est mené par l'IRCER pour identifier les potentialités pouzzolaniques de différentes argiles. L'Institut a également travaillé sur la valorisation des sédiments de barrage, riches en matières argileuses, considérés selon la réglementation européenne comme des déchets, en étudiant leur potentiel d'utilisation comme des matières premières alternatives dans la fabrication de liants hydrauliques (fabrication de clinkers ou matériaux de substitution de clinkers, en induisant une activation pouzzolanique par des traitements thermiques de calcination).

Les travaux menés au sein de l'IRCER de caractère fondamental ou applicatif avec des industriels ont permis des avancées en faveur de l'accélération du développement des ciments bas carbone. Ils constituent une contribution pour répondre à deux enjeux majeurs de l'environnement : la réduction de l'empreinte carbone et l'économie d'énergie.

Youssef EL HAFIANE < IRCER  
youssef.elhafiane@unilim.fr

Agnès SMITH < IRCER  
agnes.smith@unilim.fr

<http://www.ircer.fr/>

\* Le CNRS a mis en place depuis 2015 un programme de prématuration ayant pour objectif de détecter puis de soutenir les premières étapes du développement technologique de projets émergents à fort potentiel d'innovation. Le soutien consiste en un accompagnement technique et financier en vue d'atteindre le niveau 3 de l'échelle TRL (preuve analytique ou expérimentale des principales fonctions et/ou caractéristiques du concept).

## À la poursuite du panache de l'Hunga Tonga

De très petites particules (aérosols) émises lors de fortes éruptions volcaniques dans la haute atmosphère bloquent les radiations provenant du soleil. Elles ont donc un effet de refroidissement sur le climat de la Terre. Après l'éruption record de l'Hunga Tonga, les chercheurs se sont rendus rapidement dans l'hémisphère sud pour étudier son panache d'aérosols.



© Corinna Kloss - LPC2E

Des étudiants locaux curieux lors d'un lancement de ballon sur le campus universitaire de l'établissement rural de Wits en Afrique du Sud.

L'écosystème de la Terre est très sensible aux changements climatiques. Les décideurs politiques mondiaux ont convenu d'essayer de limiter le changement climatique causé par l'homme à 2 degrés Celsius. Pour un public non averti, une différence de 2 degrés peut s'apparenter à la différence qu'il y a à porter un sweatshirt et un manteau d'été. Toutefois, si l'on sait que la température moyenne à la surface du globe pendant la période glaciaire n'était "que" de 8 degrés inférieure à la température moyenne actuelle, on se rend compte que même une augmentation de 2 degrés de la température est considérable. Les prévisions climatiques et les décisions politiques reposent sur des simulations complexes des océans, de l'atmosphère et de la cryosphère, impliquant toutes sortes de sources d'émissions gazeuses et particulaires. Jusqu'à présent, ces simulations de modèles présentent encore des lacunes majeures et de nombreux processus physiques et chimiques ne sont pas bien représentés.

Les fortes éruptions volcaniques ont le potentiel de refroidir considérablement le climat de la Terre. L'exemple populaire le plus récent d'une telle éruption est celle du Pinatubo aux Philippines en 1991. Cette éruption a injecté dans la stratosphère environ 10 -18 Tg (ou mégatonnes) de soufre gazeux qui s'est converti en gouttelettes d'acide sulfurique. Les aérosols résultant d'une éruption volcanique dans la stratosphère

réfléchissent le rayonnement solaire entrant vers l'espace et ont donc un impact de refroidissement sur le climat de la Terre. Dans l'exemple de l'éruption du Pinatubo, les aérosols étaient répartis de manière homogène à l'échelle du globe et ont provoqué un refroidissement temporel de la température moyenne de la Terre d'environ 0,5°C.

"...aucune autre éruption volcanique n'a généré autant d'aérosols dans la stratosphère..."

La récente éruption sous-marine de l'Hunga Tonga (dans l'océan Pacifique), qui s'est produite en janvier 2022, a été particulièrement visible dans l'actualité mondiale en raison du tsunami dévastateur qu'elle a créé et de l'onde de choc intense, qui a même été détectée tout autour de la Terre. Elle a injecté environ 0,5 Tg de soufre (même si cette quantification reste discutée), ainsi que 140 Tg de vapeur d'eau jusqu'à 50 km d'altitude, ce qui en fait un événement record. Les mesures satellites ont montré qu'aucune autre éruption volcanique n'a généré autant d'aérosols dans la stratosphère au cours de la dernière décennie.

### DES INFORMATIONS SUR LES PROPRIÉTÉS DES AÉROSOLS DU PANACHE

Les prévisions de transport ont montré que le panache stratosphérique de l'Hunga Tonga s'approcherait de La Réunion environ une semaine après son éruption. Les scientifiques du Laboratoire de Physique Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E, UMR 7328 – CNRS/Université d'Orléans/CNES) ont préparé de manière réactive une campagne de mesures sur le terrain à La Réunion afin d'examiner de plus près les aérosols présents dans le panache fraîchement injecté. Pour cela, un petit compteur d'aérosols léger a été attaché à un ballon, volant à travers le panache d'aérosols pour étudier ses propriétés (par exemple les propriétés radiatives, la distribution de taille et la concentration). Les mesures sont transmises aux scientifiques simultanément pendant le vol. Cependant, comme chaque instrument est coûteux et a le potentiel d'effectuer plusieurs vols de mesure, il faut généralement aller le récupérer au sol après chaque atterrissage. Malheureusement, dans le cas de La Réunion, les instruments sont tombés dans l'océan et ont donc été perdus.

Les résultats reçus pendant le vol montrent que les aérosols sont très petits (moins de 1 µm), ce qui pourrait être le résultat des conditions microphysiques particulières liées à une éruption de type sous-marin. Les informations typologiques révèlent que les particules sont principalement transparentes et liquides avec une très petite composante absorbante. La nature essentiellement liquide des particules est confirmée par les observations spatiales. Cependant, la composante absorbante était trop petite pour être capturée par les instruments satellitaires. Elle montre cependant que certaines fractions de cendres de l'éruption pourraient être restées dans le panache. Les mesures fournissent des informations importantes pour les simulations et donc

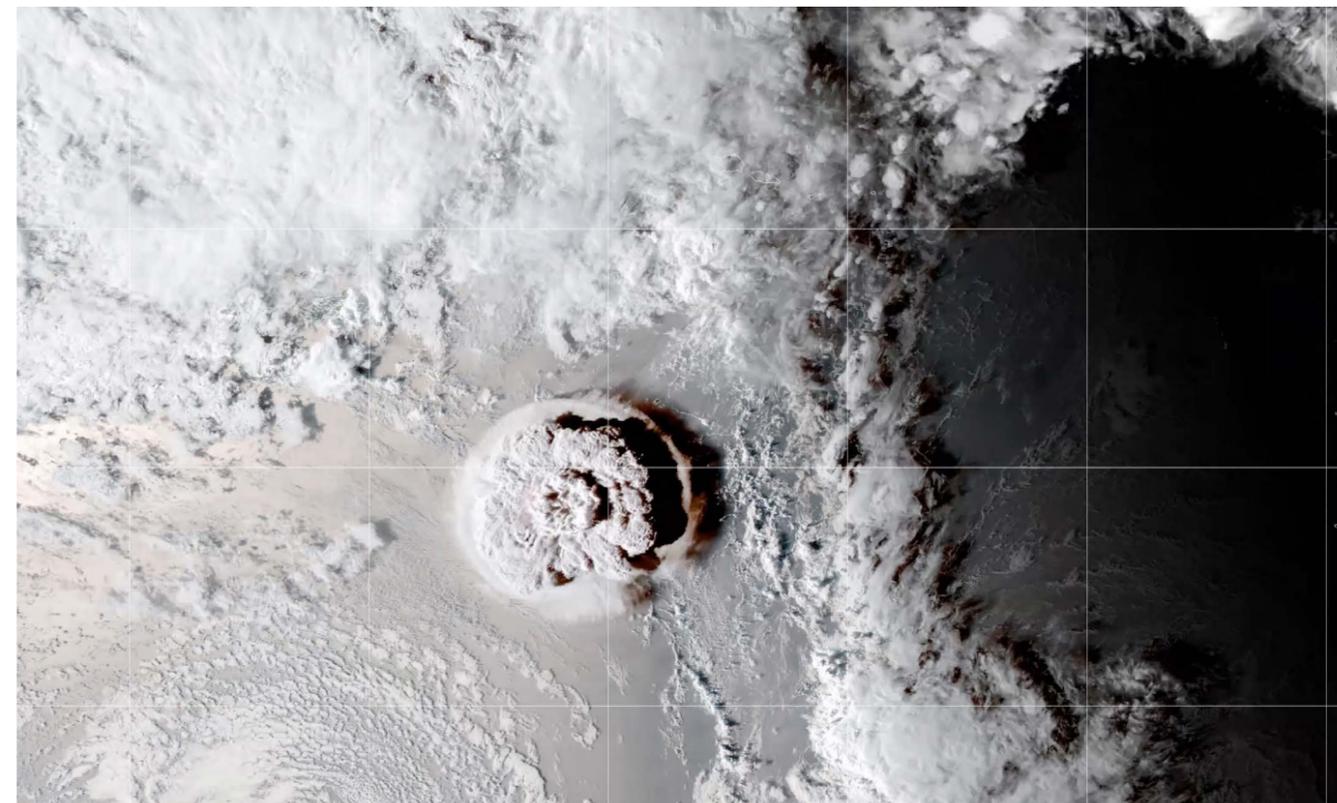
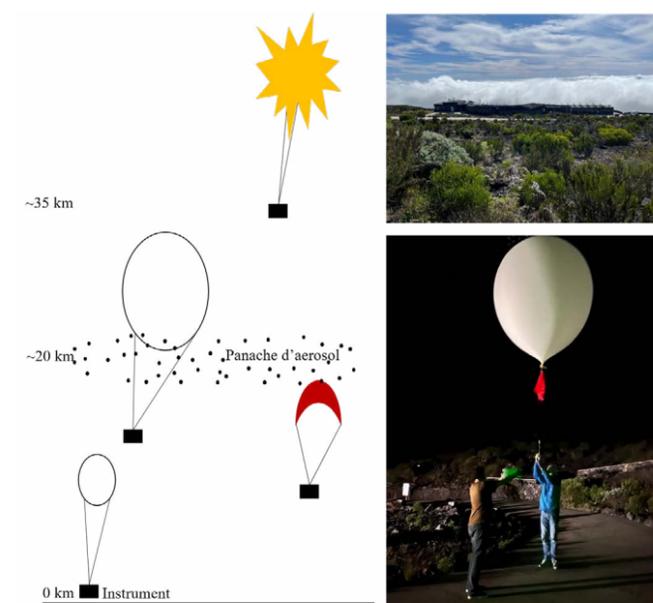


Image satellite de l'éruption de l'Hunga Tonga le 15 janvier 2022.

l'estimation de l'impact climatique respectif. Celles des propriétés physiques des aérosols ont été utilisées pour valider les études de modélisation de l'atmosphère globale qui parviennent à expliquer l'évolution chimique complexe de ce panache particulier et prévoient par exemple des trous d'ozone renforcés aux pôles des deux hémisphères.



À gauche : description schématique d'un vol de mesure sur de petits "ballons météo".  
En haut à droite : lieu de la campagne de terrain à l'observatoire du Maïdo à La Réunion.  
En bas à droite : photo du lancement du ballon.

### ET L'HISTOIRE CONTINUE

L'éruption de l'Hunga Tonga a été si forte que la stratosphère de l'hémisphère sud est encore remplie d'aérosols un an après. Bien qu'il soit très utile de mesurer les propriétés des aérosols dans le panache frais et dense, les processus à long terme des aérosols ne peuvent être discutés qu'en examinant également le panache âgé. Une équipe internationale s'est réunie pour réaliser une autre campagne fin septembre 2022 en Afrique du Sud, avec trois vols ballons supplémentaires coordonnés et mis-en-œuvre par le LPC2E. Cette campagne a été très instructive pour les étudiants locaux qui n'avaient jamais été confrontés à ce genre d'expériences scientifiques. Et elle a suscité aussi beaucoup de curiosité de la part des zèbres et des girafes du Parc Kruger où un instrument a atterri au sommet d'un arbre que les rangers locaux ont eu bien du mal à atteindre. Un autre appareil s'est posé dans le jardin d'une famille, qui a expliqué avec joie à ses voisins le but de cette "mystérieuse boîte". Cette anecdote révèle l'importance de mieux communiquer le but et l'utilité des campagnes scientifiques pour éduquer au mieux les populations locales.

Les mesures sur ces instruments dans le ciel d'Afrique du Sud montrent une couche d'aérosols plus faible à basse altitude par rapport à la campagne de mesures sur le terrain à La Réunion, avec des propriétés similaires (liquide/transparent et petite composante absorbante). Il faudra encore quelques temps d'analyse de ces résultats pour valider les simulations de modélisation atmosphérique et climatique, visant l'impact à plus long terme de cette éruption sur l'atmosphère globale et la Terre.

Corinna KLOSS < LPC2E  
corinna.kloss@cnsr-orleans.fr  
<https://www.lpc2e.cnrs.fr/>

# Le fer : toute une affaire

Le fer est essentiel à la vie cellulaire. Sa distribution dans l'organisme est régulée par divers facteurs. Le laboratoire d'Immunologie et Neurogénétique Expérimentales et Moléculaires s'intéresse à décrypter le maintien de son équilibre en conditions physiologiques normales et pathologiques.



La quantité de fer chez l'homme est estimée à environ 35 à 40 mg/kg soit 3-5 g chez un adulte sain.

Le fer a un fort potentiel redox qui lui permet de passer alternativement d'une forme réduite (ferreux) à une forme oxydée (ferrique) et lui confère des propriétés uniques dans les systèmes biologiques. Associé à de nombreuses molécules organiques, il forme un composant fonctionnel essentiel impliqué dans une large gamme de réactions métaboliques qui assurent de multiples processus cellulaires vitaux (respiration, prolifération, différenciation, ...). Le fer est principalement utilisé pour transporter l'oxygène et générer de l'énergie via le transfert d'électrons dans la chaîne respiratoire, dont le processus a été une étape essentielle de l'évolution pour le passage de la vie anaérobie<sup>1</sup> à la vie aérobie<sup>2</sup>. Chez les vertébrés, le système circulatoire sanguin associé à des cellules et molécules spécialisées permet de surmonter la faible solubilité de l'oxygène dans l'eau, d'assurer le transport de l'oxygène et d'alimenter les cellules en oxygène. Les protéines globines, incluant l'hémoglobine contenue dans les globules rouges dans le sang, et la myoglobine dans les muscles, transportent l'oxygène. La capacité des globines à fixer l'oxygène repose sur l'hème (molécule qui fixe l'oxygène) contenant un atome de fer, qui donne une couleur rouge caractéristique.

## UN ÉQUILIBRE À FAIRE

La quantité de fer chez l'homme est estimée à environ 35 à 40 mg/kg soit 3-5 g chez un adulte sain. En conditions physiologiques normales, les besoins et la mise à disposition du fer sont à l'équilibre. Les défauts du métabolisme du fer chez l'homme et les modèles de déficiences génétiques chez la souris ou le rat ont permis d'identifier de nombreux acteurs de l'homéostasie du fer chez les mammifères. L'homéostasie du fer repose sur l'utilisation, le recyclage, l'absorption intestinale de fer alimentaire et le stockage. Le fer circule par voie sanguine pour être distribué aux différents sites d'utilisation, principalement la moelle osseuse où se déroule le processus de production des globules rouges, d'érythropoïèse. Chez les mammifères, environ 75% du fer est utilisé

pour la production de l'hème, dont la majeure partie se trouve dans l'hémoglobine. Au terme d'une demi-vie moyenne de 120 jours chez l'homme, les globules rouges vieillissants sont éliminés par les macrophages<sup>3</sup> de la rate et du foie après phagocytose qui remettent le fer en circulation. Le foie stocke l'excès de fer circulant. Une faible quantité de fer (1 à 2 mg/jour) apportée par voie alimentaire est absorbée au niveau intestinal. L'absorption intestinale du fer représente un point critique de l'homéostasie systémique du fer, car contrairement à d'autres nutriments, il n'existe aucun mécanisme d'excrétion de fer chez les mammifères.

## FER ET PATHOLOGIES

Le potentiel redox du fer est la clé de son activité biologique mais aussi la base de sa toxicité. En effet, le fer peut initier de multiples réactions d'oxydoréduction provoquant l'apparition de radicaux libres oxygénés (ROS), pouvant provoquer des dommages cellulaires. En raison de son potentiel toxique et du besoin permanent de fer pour le bon fonctionnement cellulaire, l'organisme mobilise une grande variété de protéines qui régulent et coordonnent étroitement son métabolisme. Des mécanismes de contrôle des niveaux de fer intracellulaire et systémique existent. Dans les cellules, le fer non utilisé est stocké sous une forme non réactive dans la ferritine (jusqu'à 4500 atomes de fer/ferritine) facilement mobilisables en cas de besoin. Le fer mobilisable issu du recyclage et de l'absorption de fer alimentaire est exporté dans la circulation sanguine par la ferroportine, l'unique exportateur de fer cellulaire identifié chez les mammifères, exprimée principalement au niveau des macrophages et de l'intestin. La ferroportine joue donc un rôle prépondérant dans l'homéostasie du fer pour définir le niveau de fer circulant.

La ferroportine répond à de multiples signaux et est régulée à plusieurs niveaux. D'abord, elle l'est directement par le taux de fer intracellulaire et lors d'une réaction inflammatoire. Mais aussi par l'hepcidine, hormone sécrétée par le foie, qui s'y fixe et induit sa dégradation. La production de l'hepcidine est stimulée lors d'un apport de fer important, lors de la stimulation de la production des globules rouges, et lors de réactions inflammatoires. Il est largement admis que le taux de fer

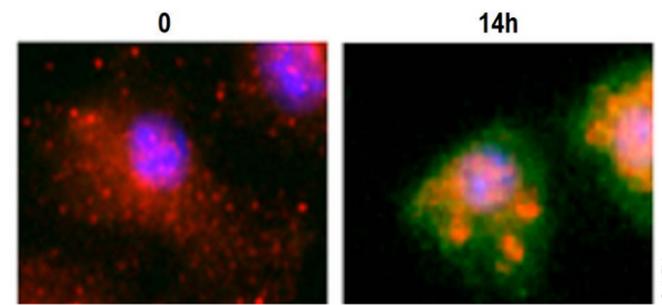
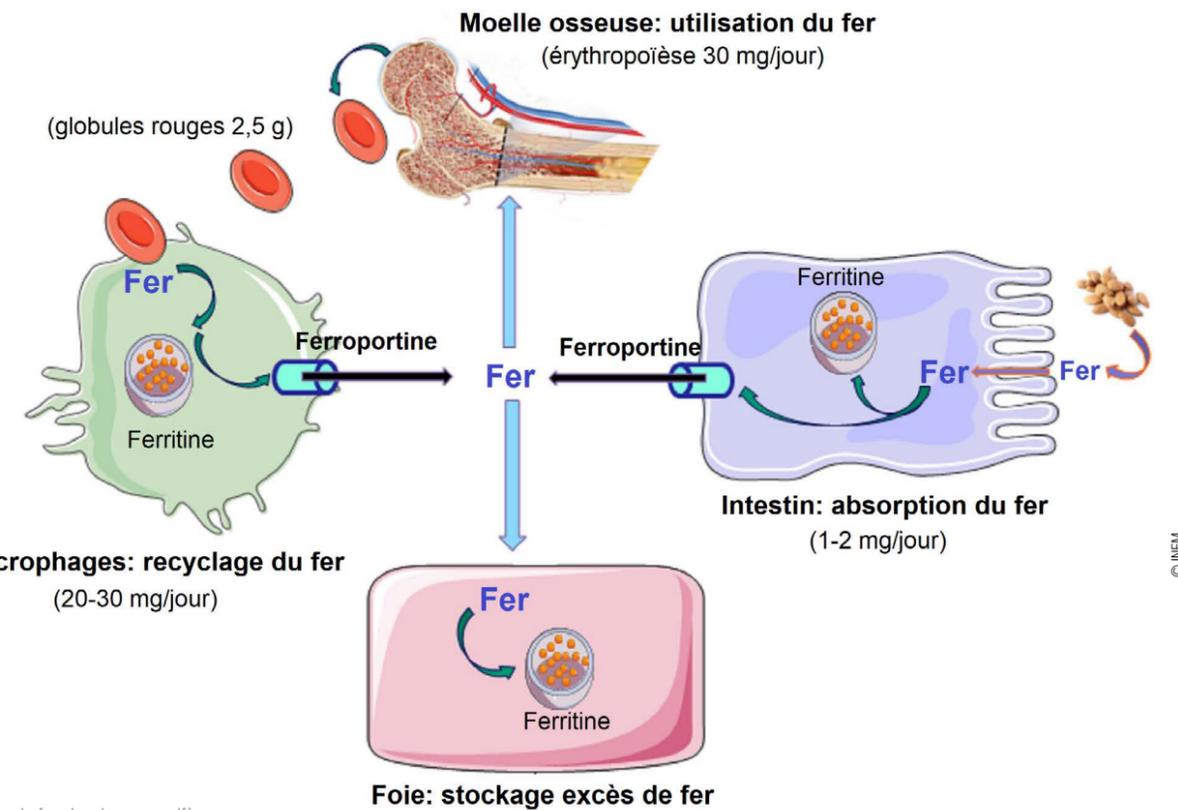


Image de localisation par immunofluorescence de la ferroportine (rouge) dans les vésicules autophagiques (jaune) dans des macrophages au cours de la phagocytose des globules.



Distribution du fer chez les mammifères.

dans l'organisme dépend surtout du niveau d'hepcidine. Chez l'homme, les défauts génétiques entraînant l'absence ou la réduction d'activité de l'hepcidine conduisent à une augmentation de l'absorption et l'accumulation de fer dans les tissus, pathologie très commune en Europe. À l'inverse, l'expression excessive de l'hepcidine, lors d'une inflammation persistante observée en réponse à une infection ou à différents états pathologiques, diminue le fer disponible et contribue au développement d'une anémie.

## "Des défauts du métabolisme du fer... dont les causes restent à définir."

### LE RESTE À FAIRE

Les voies de régulations de l'hepcidine et de la ferroportine sont multiples et encore mal comprises. Des défauts du métabolisme du fer sont observés dans diverses pathologies (maladies neurodégénératives, cancer) dont les causes restent à définir. Ainsi, une meilleure compréhension des mécanismes de l'homéostasie du fer est nécessaire afin d'évaluer les conséquences pathologiques de dérégulations aux différents niveaux. Les travaux récents suggèrent l'importance de l'homéostasie du fer au niveau local. En effet, l'hepcidine est produite par différents tissus en fonction de stimuli variés. Les voies de régulation de la ferroportine sont peu étudiées et une nouvelle voie de régulation négative intracellulaire par l'autophagie<sup>4</sup> a été mise en évidence à l'INEM, (Immunologie et Neurogénétique Expérimentales et Moléculaires, UMR 7355 – CNRS/Université d'Orléans). La déficience en autophagie dans les macrophages empêche la dégradation de la ferroportine, augmentant l'exportation du fer.

À l'INEM, les recherches s'intéressent particulièrement au rôle des macrophages dans le trafic du fer et à l'activité de l'hepcidine. Les macrophages jouent en effet un rôle prépondérant dans le recyclage du fer et dans le contrôle de la réponse immune, mais les relations entre l'inflammation et les dérégulations du métabolisme du fer sont encore peu élucidées. Les études de l'INEM visent à identifier les voies de contrôle de l'autophagie dans les macrophages en situations inflammatoires et en fonction des taux de fer dans l'organisme et son implication dans les dérèglements de l'homéostasie du fer. Elles cherchent aussi à comprendre les mécanismes de régulation de l'hepcidine et de la ferroportine dans les macrophages dans ces différentes situations. Ces données ouvriront des perspectives dans la compréhension des défauts de l'homéostasie<sup>5</sup> du fer au niveau systémique et local. Elles aideraient à identifier des causes de certaines pathologies liées au fer et à proposer des voies thérapeutiques.

Catherine MURA < INEM  
catherine.mura@cnsr-orleans.fr  
<https://www.univ-orleans.fr/fr/inem>

<sup>1</sup> Anaérobie : mode de vie ne nécessitant pas l'oxygène.

<sup>2</sup> Aérobie : mode de vie utilisant l'oxygène.

<sup>3</sup> Macrophages : cellules qui ont une capacité de phagocytose, c'est à dire d'ingérer et détruire diverses molécules, cellules ou agents pathogènes.

<sup>4</sup> Autophagie : mécanisme de dégradation d'éléments de la cellule par elle-même.

<sup>5</sup> Homéostasie : processus de régulation biologique qui maintient constant, à l'équilibre, un ou des paramètres du corps.

# La mouche soldat noire, mieux la connaître pour des élevages durables

Alors que de nombreuses entreprises misent sur le développement de l'élevage de masse de la mouche soldat noire, la biologie de ces insectes recèle encore de nombreux secrets.

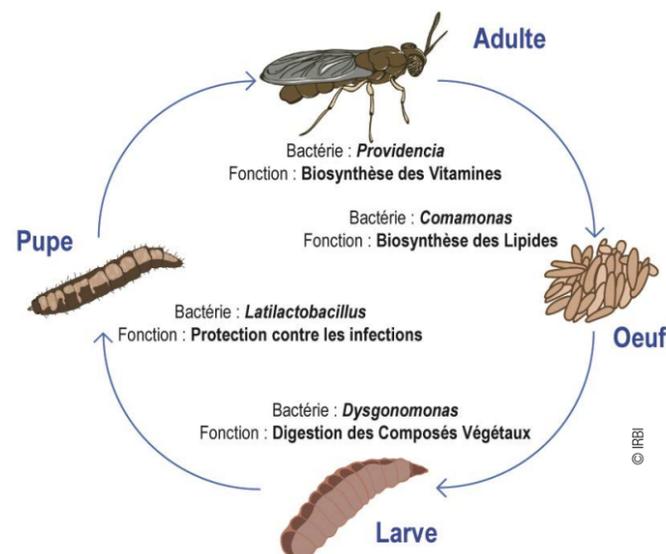
La mouche soldat noire (*Hermetia illucens*, en anglais Black Soldier Fly, soit BSF) est l'un des insectes qui suscite le plus d'engouement à l'échelle mondiale. Connue pour leur robustesse, les BSF ont l'étonnante capacité de transformer en un temps record les déchets organiques en protéines et lipides à forte valeur ajoutée pour les filières agricoles et agro-alimentaires. En six semaines, par la consommation de coproduits et déchets issus de l'agriculture ou de l'industrie agro-alimentaire, un kilo d'œufs de mouches devient 6 tonnes de larves à transformer en farines et huile pour l'alimentation des poissons, des porcs ou des volailles.

Alors que de nombreuses entreprises misent sur le développement de l'élevage de masse de cette mouche soldat noire, la biologie de cet insecte recèle encore de multiples secrets.

À l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI, UMR 7261 – CNRS/Université de Tours), plusieurs projets ont pour but de dévoiler les mystères de cet insecte et ainsi répondre à certaines problématiques rencontrées par les acteurs de cette nouvelle production.

## UN MICROBIOTE EN CONSTANTE ÉVOLUTION

Chez la mouche soldat noire, les stades larvaires concentrent la majorité de l'activité métabolique et le microbiote intestinal est un partenaire essentiel de la transformation de la matière organique au profit de la croissance des larves. La composition du microbiote change suivant le substrat alimentaire, cependant la littérature indique que certains genres bactériens, comme *Dysgonomonas*, semblent essentiels pour le processus de biodégradation chez les larves. Toutefois, on ne savait pas comment le microbiote évoluait au cours de la vie des BSF. L'approche de "metabarcoding ADN" a été utilisée pour identifier les bactéries associées aux œufs, larves, chrysalides et adultes des BSF.



Cycle biologique de la mouche soldat noire et bactéries caractéristiques

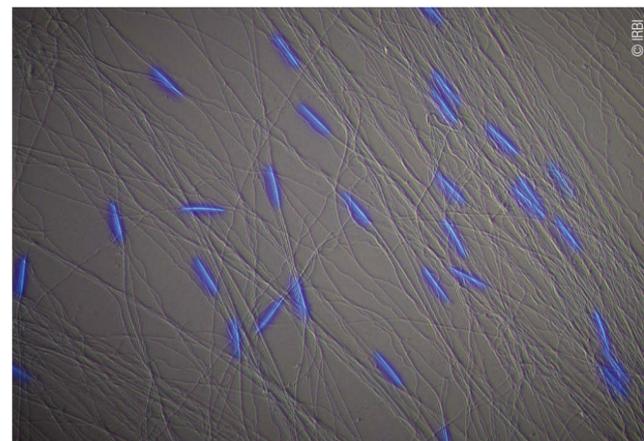
Cela a permis de découvrir que seules neuf espèces bactériennes sont retrouvées à tous les stades du cycle de vie de la BSF et forment ce qu'on appelle "le microbiote cœur". Ces bactéries semblent essentielles pour l'insecte, mais des données empiriques sont nécessaires pour vérifier leurs fonctions. Par exemple, un challenge par un champignon entomopathogène en conditions contrôlées permettrait d'évaluer les potentielles propriétés antifongiques des bactéries *Alcaligenes*.

## "À chaque stade du développement, le microbiote des BSF se modifie..."

De plus, la flore intestinale des BSF est extrêmement riche et, de manière surprenante, les communautés microbiennes sont complètement renouvelées à chaque étape du cycle de vie de la mouche, en particulier entre les stades œufs et larves, et entre les stades chrysalides et adultes. Cette évolution au cours de la vie suggère que, en plus du microbiote cœur, différentes communautés bactériennes remédient à différentes lacunes fonctionnelles de l'insecte tout au long de son développement. Très abondant au stade œuf, le genre *Comamonas* pourrait être responsable de la biosynthèse des lipides nécessaires au début du développement de l'insecte. Les pupes immobiles et plus vulnérables aux infections fongiques pourraient être protégées par des *Latilactobacillus*. Chez les mouches adultes, la prédominance des bactéries du genre *Providencia* pourrait indiquer un besoin de synthèse de vitamines essentielles. À chaque stade du développement, le microbiote des BSF se modifie en réponse aux besoins nutritionnels et métaboliques de l'insecte.

## UNE RÉSISTANCE AUX MALADIES

La BSF est réputée robuste et résistante aux maladies. Cela vient du fait qu'elle se développe très bien dans des milieux défavorables riches en bactéries pathogènes tels que les fumiers, et cela sans doute grâce à l'arsenal des nombreux peptides anti-microbiens dont les gènes sont détectés dans son génome. Cependant, un autre aspect à considérer est



Spermatozoïdes de la mouche soldat noire, les noyaux sont marqués par du DAPI et fluorescents en bleu, microscope à épifluorescence, objectif x40.



L'accouplement de la mouche soldat noire peut durer entre 20 et 120 minutes.

le manque de connaissances sur les pathogènes qui pourraient spécifiquement affecter cette espèce animale. Quelques rapports montrent que des champignons et bactéries entomopathogènes peuvent à forte dose tuer les BSF. De plus, des producteurs commencent à observer quelques cas de mortalités.

Les biologistes ont recherché<sup>2</sup> quels virus pouvaient infecter la mouche soldat noire. Dans une première étude, consistant à explorer les données génomiques publiques, nous avons ainsi pu décrire le premier virus spécifique des BSF. Il s'agit d'un totivirus qui est retrouvé dans plusieurs élevages à travers le monde. Par ailleurs, ils ont découvert d'autres types de virus dans des élevages qui présentent des taux de mortalités anormaux. Par la suite, des études empiriques, nécessitant l'isolation du virus et des infections contrôlées, seront nécessaires pour déterminer si chacun de ces virus est bénin, bénéfique ou réellement pathogène pour la mouche.

## REPRODUCTION ET ÉLEVAGE

Dans les années à venir, avec l'essor de la BSF comme bio-convertisseur d'une grande diversité de déchets en larves, les connaissances concernant les conditions permettant à des individus de produire une descendance conséquente et efficace seront déterminantes pour l'efficacité des élevages. Alors que les larves des BSF font l'objet de nombreuses investigations, le stade adulte est beaucoup moins étudié. Pourtant, optimiser un élevage et son rendement nécessitent la maîtrise de différents paramètres, certains plus accessibles que d'autres. Chez la BSF, il est par exemple connu que la lumière entre en jeu dans la création d'un environnement propice à la reproduction, mais on voit également une influence de la température et du substrat de développement. Les paramètres biologiques et écologiques qui déterminent la fertilité sont très mal connus, et peuvent varier selon les conditions d'élevage. À partir de janvier 2023, l'IRBI conduira des études poussées sur la reproduction de cette mouche<sup>3</sup>, principalement chez les mâles, en relation avec les microbes qui pullulent dans le milieu de développement (collaboration INRAE ISP centre de Tours-Nouzilly).

## UN NOUVEAU MODÈLE POUR LA SÉLECTION SEXUELLE

Au-delà des leviers qui aideront les professionnels de cet élevage émergent, la BSF est aussi un formidable terrain de jeu pour l'étude plus fondamentale de la sélection sexuelle.

La BSF est une espèce polyandre, chez qui une femelle peut s'accoupler avec plusieurs mâles, ce qui pose la question de la paternité des descendants et de son contrôle par les femelles. Au fil de ses copulations, la femelle stocke le sperme fourni par les différents mâles dans des organes dédiés à cette fonction : les spermathèques. Curieusement, chez cette espèce il y en a trois, ce qui la différencie de la plupart des autres insectes. Au sein de ces organes peut ensuite se dérouler une sélection sexuelle post-copulatoire, par le biais de deux mécanismes. D'une part la compétition spermatique, compétition entre éjaculats de différents mâles pour la fécondation d'une femelle, d'autre part, les choix cryptiques de la femelle, permettant à cette dernière de sélectionner les spermatozoïdes qui vont féconder ses ovocytes. On observe chez la BSF des adaptations physiologiques typiquement liées à ces mécanismes avec, du côté du mâle, des testicules particulièrement gros et des spermatozoïdes nombreux et extrêmement longs, et, chez la femelle, des organes reproducteurs complexes, qui comprennent des structures qui n'ont jamais été décrites chez d'autres insectes. Les études des mécanismes de transfert-stockage et utilisation des spermatozoïdes seront utiles pour comprendre les modalités de la sélection sexuelle chez cette espèce modèle, mais aussi pour affiner les schémas de sélection génétique chez ce nouvel animal d'élevage. Malgré des conditions d'élevage qui semblent maîtrisées, beaucoup reste à découvrir chez cette espèce dont la biologie n'est étudiée en détail que depuis quelques années.

Marina QUEREJETA < IRBI  
marina.querejeta@univ-tours.fr

Frédéric MANAS < IRBI  
frederic.manas@univ-tours.fr

Christophe BRESSAC < IRBI  
christophe.bressac@univ-tours.fr

Élisabeth HERNIOU < IRBI  
elisabeth.herniou@univ-tours.fr

<https://irbi.univ-tours.fr/>

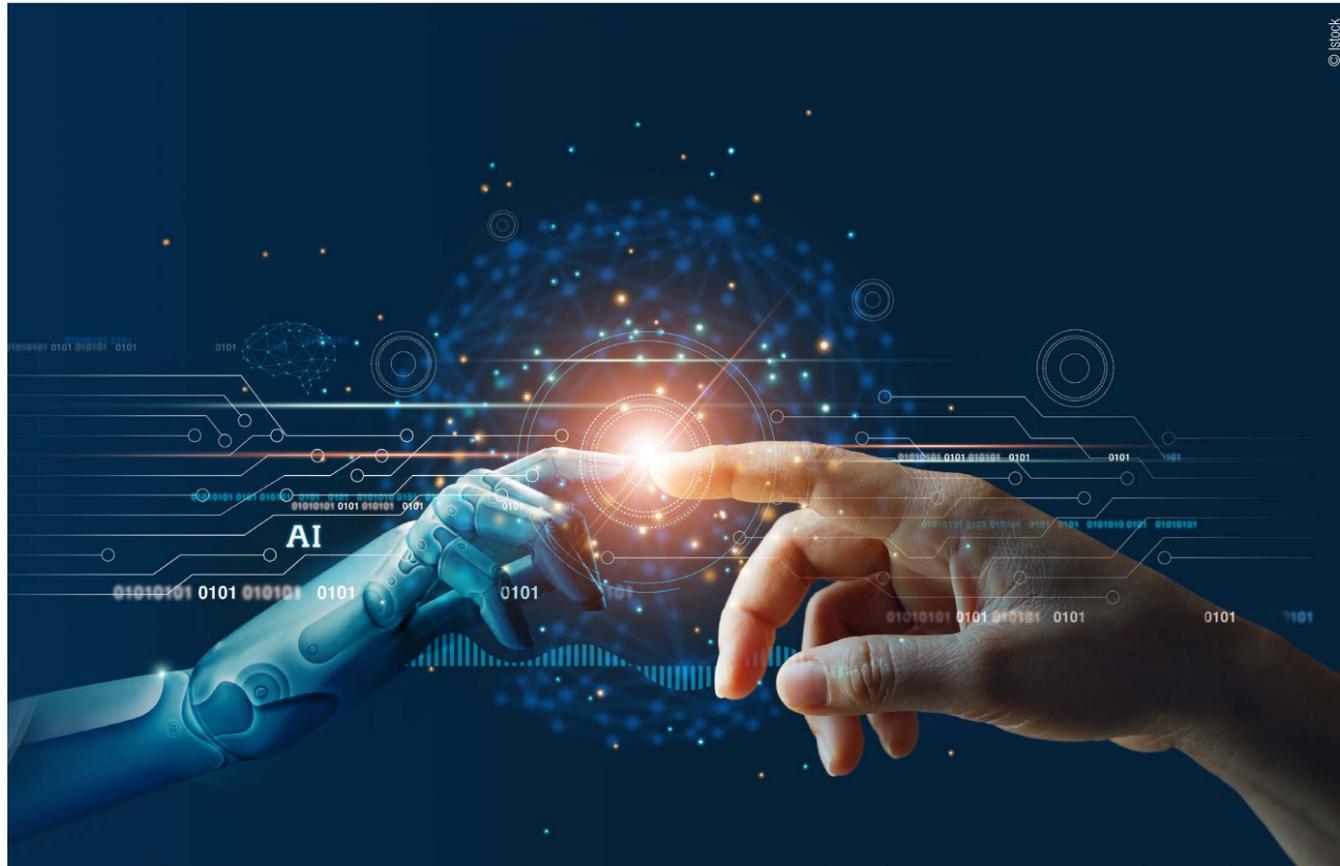
<sup>1</sup> Dans le cadre du projet région Centre-Val de Loire MIMOSA (Mécanismes d'Interactions Insectes Microorganismes : une Opportunité pour la Sécurité Alimentaire).

<sup>2</sup> Dans le cadre du projet Européen INSECT DOCTORS

<sup>3</sup> Dans le cadre du projet APRIR BioSexFly financé par la région Centre-Val de Loire

## Quand l'IA simplifie les pronostics

L'intelligence artificielle devrait faciliter l'analyse d'ensembles de données biologiques. Au laboratoire Physiologie de la Reproduction et des Comportements, elle est utilisée pour comprendre et prédire les mécanismes fondamentaux liés à la reproduction et au comportement social.



L'apprentissage profond impliquant des réseaux de neurones artificiels (ANN) relève de l'IA connexionniste.

Des modèles d'IA symbolique et connexionniste sont développés pour aborder différents types de problèmes. L'IA symbolique consiste à intégrer des connaissances et des règles de comportement humains dans des programmes informatiques. Avec l'IA connexionniste, les informaticiens construisent des systèmes basés sur des données avec peu ou pas de connaissances préalables. Ainsi, ils ne codent pas de règles ; les algorithmes apprennent par eux-mêmes des associations grâce à l'entraînement. Aujourd'hui, ce qu'on appelle l'apprentissage profond impliquant des réseaux de neurones artificiels (ANN) relève de cette IA connexionniste.

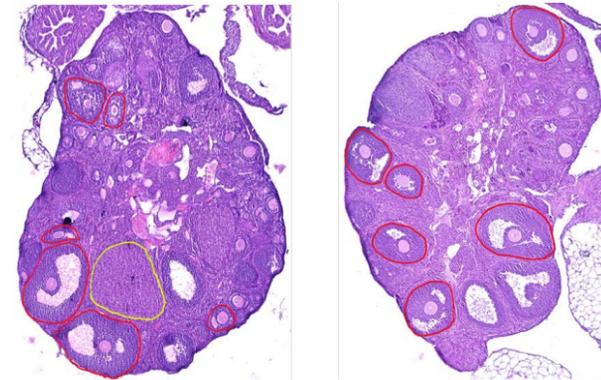
Une utilisation de l'IA symbolique en biologie, serait de reproduire la structure des réseaux de signalisation spécifiques aux cellules à l'aide de la programmation logique. Elle se fait à partir de données de séries temporelles acquises lors d'expérimentations antérieures. Ces réseaux de signalisation cellulaire aident à comprendre les mécanismes qui leur sont spécifiques. Par exemple, le comportement des cellules normales et des cellules malades diffère, et ces réseaux peuvent mettre en évidence ces différences, ce qui peut conduire au développement de thérapies.

L'utilisation de l'IA connexionniste est basée sur des données. Dans la phase d'apprentissage, les algorithmes « apprennent » des associations qui existent entre ces données. L'apprentissage profond, où les algorithmes sont capables d'apprendre, est devenu le paradigme dominant de l'IA grâce à la disponibilité de grandes quantités de données. Ces approches s'appuyant sur l'IA ont été appliquées avec succès dans de nombreux domaines des sciences de la vie. Le laboratoire Physiologie de la Reproduction et des Comportements (PRC, UMR 7247 – CNRS / INRAE / Université de Tours / IFCE) en présente trois exemples.

**"...une méthode automatique basée sur l'apprentissage profond..."**

### QUANTIFIER LES FOLLICULES OVARIENS

Les ovaires sont d'une importance capitale dans la reproduction car ils produisent des gamètes femelles suivant un processus de développement complexe connu sous le nom de folliculogénèse ovarienne. Les traitements permettant de contrôler la reproduction chez les animaux d'élevage visent à bloquer ou à stimuler cette folliculogénèse pour obtenir par exemple la synchronisation des cycles dans un troupeau ou l'ovulation. Ces traitements reposent sur l'utilisation d'hormones exogènes.



Que ce soit des follicules antraux (en rouge) ou le corps jaune (en jaune), l'IA aidera de manière plus fiable à automatiser et accélérer le comptage.

Dans la perspective d'une meilleure compréhension des réseaux de signalisation contrôlant ces processus biologiques il est crucial d'évaluer précisément et quantitativement les derniers stades de la folliculogénèse ovarienne. L'approche utilisant l'IA pourra permettre de développer via la construction de modèles mathématiques de nouveaux traitements non hormonaux.

Le comptage manuel de follicules ovariens à partir de coupes histologiques est largement utilisé mais il s'agit d'une tâche laborieuse et sujette à erreurs. Le laboratoire développe donc une méthode automatique basée sur l'apprentissage profond pour détecter et compter les follicules dans les images histologiques d'ovaires de différentes espèces. La méthode proposée aidera à automatiser et à accélérer le processus de comptage, à le rendre objectif, afin de conserver les ressources. Elle pourra aussi suggérer de nouvelles caractéristiques à prendre en compte dans le comptage des follicules.

La détection d'objets dans des images nécessite à la fois la localisation et la classification de ces objets. Dans la détection des follicules ovariens, le laboratoire peut construire des ANN à deux phases : dans une première phase, la détection de la présence d'objets d'intérêt ; dans la seconde phase, la reconnaissance des types d'objets (ici, les types de follicules).

### PRÉDIRE L'EFFICACITÉ PHARMACOLOGIQUE

Les récepteurs hormonaux qui sont des protéines situées à la surface des cellules jouent un rôle crucial dans la communication cellulaire. Ils présentent un grand intérêt car ils sont la cible de 30% des médicaments actuellement utilisés. Au laboratoire, les molécules ciblant certains de ces récepteurs sont étudiées afin de comprendre leurs signaux d'activation. Les chercheurs réalisent des expériences cinétiques, qui mesurent l'activité de plusieurs effecteurs intracellulaires en aval d'un récepteur après liaison de l'hormone ou du médicament. À ce stade, la méthodologie des réseaux booléens utilisée en programmation informatique peut aider à comparer l'effet de différentes molécules tout en tenant compte de la complexité des voies de signalisation. La modélisation des réseaux booléens est un cadre simple mais puissant pour étudier des modèles biologiques tels que les voies de signalisation ou les voies de communication. Ils sont basés sur des approches qualitatives, permettant de modéliser des réseaux biologiques à grande échelle.

La compréhension des mécanismes précis à l'aide des réseaux booléens aidera non seulement à mieux comprendre les mécanismes de signalisation dans les cellules mais aussi leur dérégulation lors de



Les chercheurs explorent la possibilité de créer un système intelligent capable de prédire l'émotion d'un cheval à partir de son expression faciale et de ses postures.

différentes maladies. Ces connaissances peuvent guider la conception de médicaments plus performants.

### LIRE LES ÉMOTIONS

Le laboratoire est également en train de développer une nouvelle orientation de recherche sur la manière d'interpréter les émotions des animaux à l'aide d'un système automatique. Il explore la possibilité de créer un système intelligent capable de prédire l'émotion d'un cheval à partir de son expression faciale et de ses postures, sur la base des recherches et des éthogrammes existants. Le laboratoire développe des approches d'apprentissage profond pour détecter des modèles cachés dans des ensembles de données biologiques (produits en grande quantité au laboratoire), là où des modèles linéaires peuvent échouer. Des bibliothèques d'algorithmes d'apprentissage profond sont déjà disponibles, ce qui facilitera les travaux de recherche.

Compte tenu de la synergie des compétences en mathématiques, en informatique et en biologie, les chercheurs s'attendent à une application interdisciplinaire réussie. Ces premiers travaux permettront d'élargir leurs champs de recherche avec l'utilisation de l'IA dans la compréhension des mécanismes physiologiques cellulaires et moléculaires en lien avec la capacité reproductive des animaux d'élevage et d'aider à l'amélioration de la fertilité chez l'Homme.

Misbah RAZZAQ < PRC  
misbah.razzaq@inrae.fr

[https://www6.val-de-loire.inrae.fr/physiologie\\_reproduction\\_comportements/](https://www6.val-de-loire.inrae.fr/physiologie_reproduction_comportements/)

## Philippa de Toulouse : un héritage subtilisé par les puissances masculines

Au XI<sup>ème</sup> siècle, cette comtesse du Poitou a su faire preuve d'une grande agilité politique pour prendre le pouvoir, par deux fois, sur le prestigieux comté de Toulouse.

L'histoire des femmes du Moyen Âge a mis en lumière de nombreuses personnalités remarquables qu'elles soient nobles, commerçantes, abbesses ou encore autrices. Le duché d'Aquitaine a eu son lot de dirigeantes énergiques et charismatiques, Aliénor d'Aquitaine en tête. Sa grand-mère Philippa n'est pas en reste et a essayé de mener une politique ambitieuse.

Philippa est comtesse du Poitou et duchesse d'Aquitaine entre 1094 et 1118. Son époux Guillaume IX de par son statut de premier troubadour et de personnage à la vie jalonnée de scandales, attire à lui les projecteurs la laissant bien souvent dans l'ombre.

La première apparition de Philippa dans la politique poitevine se réalise par le biais de son mariage en 1094. Par son héritage familial, elle constitue un bon parti et une manœuvre politique intéressante pour le jeune duc d'Aquitaine. Fille unique du comte de Toulouse Guillaume IV, cette union permet de s'allier à un adversaire de longue date. Une opposition qui perdure depuis le X<sup>e</sup> siècle et qui est encore vive. Aux alentours de 1094, le père de Philippa disparaît en Terre Sainte : bien qu'elle soit fille unique, l'héritage du comté de Toulouse passe entre les mains de son oncle Raymond de Saint-Gilles. L'exclusion des femmes de leur héritage est à cette période une particularité toulousaine sévissant depuis le XI<sup>e</sup> siècle et que les historiens ont nommé "loi salique toulousaine". Difficile de ne pas interpréter le mariage de Philippa comme une volonté de son oncle de l'éloigner de son comté originel pour éteindre toute tentative de récupération de ses droits. Néanmoins les prétentions de Philippa sont bien réelles et par deux fois elle essaye de récupérer son comté familial.

### UNE PREMIÈRE PRISE EN MAIN DU POUVOIR

Philippa s'installe à la cour du Poitou en 1094 et commence à apparaître dans les différents actes de son époux. De 1094 à 1097, elle s'inscrit dans un rôle typique de comtesse du XI<sup>e</sup> siècle, participe à des donations aux abbayes, en réalise de son propre fait et marque de sa présence les événements importants de la vie publique du couple ducal. À la fin du XI<sup>e</sup> siècle, l'appel à la première croisade bouleverse la politique nobiliaire de la chrétienté : de nombreux nobles répondent présents et parmi eux Raymond de Saint-Gilles. Guillaume IX ne participe pas à la première expédition en direction de Jérusalem.

Le départ de Raymond en 1096 laisse Toulouse sans défense. Dès 1097, le couple ducal prend le contrôle du comté. La noblesse accepte aisément les revendications de Philippa et les hommages en faveur de la comtesse affluent. Les premiers à prendre son parti sont les vicomtes de Béziers et de Toulouse qu'on retrouve dans les différents actes de la comtesse. Du côté ecclésiastique, la résistance est plus prégnante. Elle est animée par l'abbaye de Moissac et par l'évêque de Cahors en Quercy, mais surtout par la puissante abbaye de Saint-Sernin de Toulouse, centre de pouvoir d'importance du comté. Philippa le sait et agit habilement pour s'attacher ses faveurs. Elle lui redonne tous

les biens que son père avait enlevé en faveur de Moissac et réalise de nouvelles donations. L'abbaye change de posture et devient un soutien d'importance pour la comtesse. Philippa est en réalité la seule dirigeante du comté, Guillaume offre seulement un surplus de prestige. Par exemple, c'est à elle seule que l'abbaye de Montauriol, à Montauban, fait appel pour régler un différend avec un aristocrate. Cette occupation se déroule sans accroc majeur : Philippa est acceptée par les puissances locales. Sa prise de pouvoir semble perdurer mais c'est sans compter sur l'opposition entre Guillaume IX et l'Église, qui lui reproche d'avoir usurpé la terre d'un croisé protégé pendant son absence par le droit canonique. Afin de se faire pardonner de ses actes, Guillaume se voit contraint de partir en croisade. Pour financer son expédition, il met en gage les territoires gagnés auprès de Bertrand, fils de Raymond de Saint-Gilles, et Philippa se retrouve une nouvelle fois évincée de son comté familial.

"Elle parcourt le duché...  
pour faire respecter  
l'autorité ducale..."

Guillaume absent, c'est Philippa qui assure la régence en Aquitaine. Elle démontre de nouveau son habileté politique, s'entoure de conseillers fidèles qui lui assurent son soutien - Eudes de Mauzé et Hugues de Doué, également de grands ecclésiastiques comme Robert d'Arbrissel, fondateur de l'abbaye de Fontevraud en 1101. Elle parcourt le duché et notamment la Gascogne pour faire respecter l'autorité ducale sur cette région récemment acquise. Elle est sollicitée par les hauts dignitaires qui reconnaissent pleinement son autorité comme l'abbé de la Trinité de Vendôme. À l'époque, la gestion du duché est louée dans les *Miracles de saint Benoît*, Philippa "prend soin des provinces qui étaient soumises à son pouvoir", lit-on à son sujet. Au retour de son expédition désastreuse, Guillaume retrouve un duché parfaitement géré et en paix.



Saint-Sernin de Toulouse, centre local de pouvoir d'importance et soutien de la comtesse de Philippa.



Guillaume IX connu comme le premier troubadour est également un mari aux frasques nombreuses et bien souvent une gêne dans l'ambition politique de Philippa. Illustration tirée d'un chansonnier provençal [Chansonnier K] de la seconde moitié du XIII<sup>e</sup> siècle. Bibliothèque nationale de France, manuscrit français 12473.

### DEUXIÈME PRISE DE TOULOUSE ET NOUVEL ÉCHEC MASCULIN

Une nouvelle opportunité se profile car Bertrand de Toulouse suit les traces de son père et embarque pour la Terre Sainte en 1108 afin de récupérer la charge du comté de Tripoli. Il laisse le comté de Toulouse entre les mains des conseillers de son frère Alphonse Jourdain qui n'a que cinq ans. Bertrand n'avait pas su s'attirer les faveurs des grands centres monastiques et l'abbaye de Moissac accueille cette fois-ci à bras ouvert Philippa et son époux. Le couple ducal revient à Toulouse en 1108 et prend à nouveau la ville sans combats.

Philippa remet en place la même action politique que lors de sa première occupation : elle s'entoure de puissances nobiliaires locales. Robert d'Arbrissel l'accompagne et sous son influence Philippa fonde le prieuré de L'Espinasse, disposant d'un nouveau relais de pouvoir. C'est à Toulouse que naît le dernier enfant du couple ducal, Raymond, nom usité dans le lignage toulousain et choisi afin de marquer la revendication du comté. Il est fort probable que Philippa avait l'intention de faire hériter du comté son puîné tandis que l'aîné prendrait la suite de son père à la tête du duché d'Aquitaine. Mais les actions de son époux ternissent de nouveau ses efforts : Guillaume, comme bien des nobles de son époque, a de nombreuses liaisons. En 1114, il s'éprend de la femme d'un de ses vassaux, Amalberge de Châtelleraut, mais la nouveauté est que cette liaison est revendiquée aux yeux de tous. On impute à Guillaume la volonté d'épouser sa maîtresse malgré leur situation maritale respective. Une situation que l'Église ne peut accepter : elle intervient directement et une longue lutte a lieu entre l'évêque Pierre II

de Poitiers et le duc. Guillaume est excommunié en 1114. Une infidélité fragilisant fortement Philippa qui en cas de répudiation perdrait le soutien militaire et prestigieux de l'Aquitaine face au jeune Alphonse Jourdain. Les partisans du jeune comte de Saint-Gilles en profitent et des tensions apparaissent dans le Toulousain. La situation est instable et une émeute en 1114 amène la mort de l'évêque de Pampelune alors qu'il séjournait à Toulouse.

Philippa, désavouée et bien trop fragilisée pour réussir à tenir les rênes du pouvoir, se retire alors dans un établissement fontevriste en 1115 ou 1116. Elle meurt en 1117 ou 1118.

Les révoltes se multiplient au départ de la comtesse. En 1119, la population se soulève et Toulouse est définitivement perdue pour Guillaume IX. Néanmoins, l'ambition politique de la comtesse Philippa lui survit. La revendication de Toulouse est reprise, également sans succès, par une autre femme du lignage poitevin : son illustre petite-fille Aliénor d'Aquitaine.

Philippe PAQUANT < CESC  
philippe.paquant@univ-poitiers.fr  
<https://cescm.labo.univ-poitiers.fr/>

## Les Visites Insolites du CNRS



© GREMAN



© Marine BRUNEAU - CNRS



© Miléna VEROT - CNRS



© Miléna VEROT - CNRS



© CPREB

17 visites ont eu lieu dans des laboratoires de la circonscription, à Orléans, Tours, Bourges, Poitiers et Limoges. Près de 120 visiteurs ont ainsi franchi les portes des laboratoires.

Pour la 3<sup>ème</sup> année, les Visites insolites est un dispositif propre au CNRS d'accueil en petit comité pour découvrir des installations ou des environnements scientifiques peu accessibles en temps ordinaire.

<https://visitesinsolites.cnrs.fr/>

**7 au 17 octobre** Orléans, Tours, Bourges, Poitiers, Limoges



Cette opération lancée par le CNRS et le Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse rapproche les mondes de l'enseignement et de la recherche pour mettre en lumière les grandes avancées et les enjeux de la recherche en biologie.



© Linda Jeurfrault - CNRS

À Orléans (45) et Nouzilly (37), des laboratoires ont animé une journée de formation pour 90 enseignants du 2<sup>nd</sup> degré en sciences et technologies du vivant, de la santé et de la Terre, par des conférences thématiques, des ateliers ou des démonstrations.

<https://anneedelablogie.cnrs.fr/>

À Nouzilly : Laboratoire Physiologie de la Reproduction et des Comportements - À Orléans : Le Centre de Biophysique Moléculaire, Le laboratoire Typage et Archivage d'Animaux Modèles et le laboratoire Immunologie Neurogénétique Expérimentales et Moléculaires.

**9 et 16 novembre** Orléans, Nouzilly

## Signature



© Université de Tours

Arnaud Giacometti, président de l'université de Tours et Antoine Petit, PDG du CNRS.

**Le CNRS et l'université de Tours renforcent leur partenariat pour une politique scientifique partagée**

Déjà partenaires, les deux établissements ont signé une nouvelle convention précisant les éléments de la politique scientifique qu'ils partagent, notamment dans le co-pilotage des laboratoires de recherche et leur mise en œuvre opérationnelle.

**20 septembre** Tours

## Deux inaugurations



© Linda Jeuriffrault - CNRS



© Linda Jeuriffrault - CNRS

O-ZNS (pour Zone Non Saturée en eau) est un puits d'observation de 20 mètres de profondeur unique en son genre, dont le but est d'approfondir la compréhension du fonctionnement des systèmes hydrogéologiques. Cette zone non saturée (entre 0 et 20 mètres de profondeur) est le lieu d'intenses interactions entre l'atmosphère, le sol, le sous-sol jusqu'aux nappes d'eau souterraine fortement impactées par les changements globaux et les activités humaines, notamment agricoles. O-ZNS a été inauguré en présence d'Antoine Petit PDG du CNRS, du Président de l'Université d'Orléans, de la Présidente du BRGM, du Recteur et de la Préfète de la région Centre-Val de Loire et des élus régionaux.

20 septembre Villamblain



© Linda Jeuriffrault - CNRS



© Linda Jeuriffrault - CNRS

Une plateforme de microscopie et d'imagerie MACLE-CVL pour Microscopies, imAgeries et ressourceS anaLytiqUes en région Centre-Val de Loire réunit des équipements scientifiques de pointe. Elle est ouverte aux scientifiques et aux acteurs économiques, industriels, PME-PMI du territoire. Elle a été inaugurée en présence des représentants du CNRS, de l'université d'Orléans, du BRGM et de l'université de Tours.

23 septembre Orléans

## Talents CNRS : trois médailles décernées en fin d'année 2022



© Florence Royer - CNRS



© Florence Royer - CNRS

### Une médaille de bronze à une chercheuse en neurobiologie

Lucie Pellissier, spécialiste de la biologie des troubles du comportement social au laboratoire Physiologie de la reproduction et des comportements (CNRS/université d'Orléans/INRAE/IFSE) à Nouzilly (37). Elle s'intéresse aux marqueurs biologiques qui régissent notre sociabilité et en particulier au rôle des récepteurs couplés aux protéines G, et développe des thérapies innovantes en vue de traiter ces déficiences dans le modèle murin.

### Deux médailles de cristal collectif

L'une à l'écosystème numérique Mémoires des archéologues et des sites archéologiques (MASA) qui offre à la communauté scientifique une infrastructure de partage et d'archivage des données ancrée dans la dynamique de la science ouverte. Par son expertise, l'équipe, attachée à la diffusion des principes FAIR - facile à trouver, accessible, interopérable, réutilisable - a ainsi construit une structure numérique adaptée au service des chercheurs et chercheuses en archéologie.



© Miléna Vérot - CNRS

L'autre à l'équipe technique de NANOPLAST, à l'institut P', qui par son savoir-faire et sa complémentarité est parvenue à inventer un banc d'essai unique au monde, rendant possible la compression d'échantillons tout en conservant la résolution atomique du microscope. Les observations réalisées grâce au banc d'essai NANOPLAST permettent ainsi de caractériser expérimentalement le comportement de matériaux sous contrainte et à l'échelle atomique, ce qui jusqu'ici n'était envisagé et possible que par des simulations atomistiques, en dynamique moléculaire.

Pour en savoir plus : <https://www.cnrs.fr/fr/talent/index>

15 novembre, 1<sup>er</sup> et 8 décembre

Nouzilly, Tours et Poitiers

## Évolution de la circonscription

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, les quatre unités PELAGIS, LIENSs, LASIE et le CEBC, en co-tutelle avec La Rochelle Université, ont rejoint la Délégation CNRS Aquitaine. Cette intégration répond à une cohérence scientifique de site. En outre, depuis 2019, la SATT Aquitaine Science Transfert est devenue la filiale de valorisation de La Rochelle Université. Et depuis quatre ans également, l'Université de La Rochelle a rejoint, le regroupement des universités du territoire aux côtés de l'Université Bordeaux Montaigne, l'université de Bordeaux et l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, dans le cadre du concours Ma thèse en 180 secondes. La Délégation CNRS Centre Limousin Poitou-Charentes voit son nom évoluer en Centre Limousin Poitou Charente qui correspond à la présence géographique de ses laboratoires sur Orléans, Tours, Limoges, Poitiers et Angoulême (où sont situés des antennes des laboratoires XLIM, MIGRINTER et de l'institut P').

# à venir...

## Colloques

### BIODIVERSITÉ : DIFFUSER LES CONNAISSANCES

Une journée dédiée à la diffusion, la médiation, la vulgarisation et la sensibilisation aux enjeux de biodiversité.

<https://biosena.univ-lr.fr/actualites/biodiversite-diffuser-les-connaissances/>

13 - 14 mars

Poitiers

### C'NANO

Autour des nanosciences et des nanotechnologies.

<https://cnano2023.sciencesconf.org/>

15 - 17 mars

Poitiers

### J2C

Journées Jeunes Chercheurs : l'opportunité de se rencontrer et d'échanger sur différentes thématiques scientifiques.

<https://j2c.sciencesconf.org/>

20 - 21 mars

Orléans

### JOURNÉES ANNUELLES GFC

Journées annuelles du Groupe Français de la Céramique.

<https://gf-ceramique.fr/>

21 - 23 mars

Limoges

### JCMM2023

17<sup>ème</sup> édition des Journées Caractérisation Matériaux Microondes.

<https://jcmm2023.sciencesconf.org/>

3 - 5 avril

Tours

### USTV DGG 2023

Cette conférence internationale réunira notamment les communautés françaises et allemandes de chercheurs et industriels du verre.

<https://ustv-dgg-2023.sciencesconf.org/>

22 - 25 mai

Orléans

### SFECA 2023

52<sup>ème</sup> Colloque de la Société Française pour l'Étude du Comportement Animal

<https://sfecatours.sciencesconf.org/>

23 - 25 mai

Tours

### SLOPOS 16

Le rendez-vous des spécialistes du position lent.

<https://slopos16.sciencesconf.org/>

16 - 21 juillet

Orléans

Colloque de la Society  
for Behavioral Neuroendocrinology

17<sup>th</sup> annual meeting of the SBN - 2023

neurones, hormones, comportements :  
des insectes aux mammifères

Tours - France  
26 - 29 Juin 2023  
<https://sbn2023.colloque.inrae.fr/>

© Conception graphique : Linda Jullien - CNRS DIBS

CNRS INRAE Université de TOURS Physiologie des Insectes et des Comportements SBN Society for Behavioral Neuroendocrinology

RENCONTRES JEUNES CHERCHEURS

RENCONTRES  
JEUNES  
CHERCHEURS

MANIFESTATION - De la primaire au lycée, les élèves-présentent leurs travaux, sous forme d'un exposé oral en amphithéâtre, et à travers des expositions, des expériences, des vidéos (posters, maquettes...) aux autres élèves. Les travaux développent la démarche d'investigation et mettent en valeur la curiosité, l'inventivité des élèves confrontés à un problème scientifique ou technique. Inscription des projets avant le 3 mars.

<https://www.centre-sciences.org/rencontres-jeunes-chercheurs>

27 mai Orléans

C GENIAL

CONCOURS  
Collège  
LYCÉE  
CGENIAL

MANIFESTATION - Finales académiques  
Concours national ouvert aux lycéens et aux collégiens, visant à promouvoir l'enseignement des sciences et des techniques par la sélection de projets d'équipes réunissant les élèves et leurs enseignants.  
Finale nationale le 31 mai 2023 au Musée de l'Air et de l'Espace !

<https://www.cgenial.org/>

29 mars & 5 avril La Rochelle & Orléans