

# microSCOOP

Un regard sur les laboratoires en Centre Limousin Poitou-Charentes

n°82 - juin 2020

## Biologie

Un iguane peut en cacher un autre  
Petit, mignon, mais redoutable !  
Le pince-oreille, une famille modèle

## Chimie

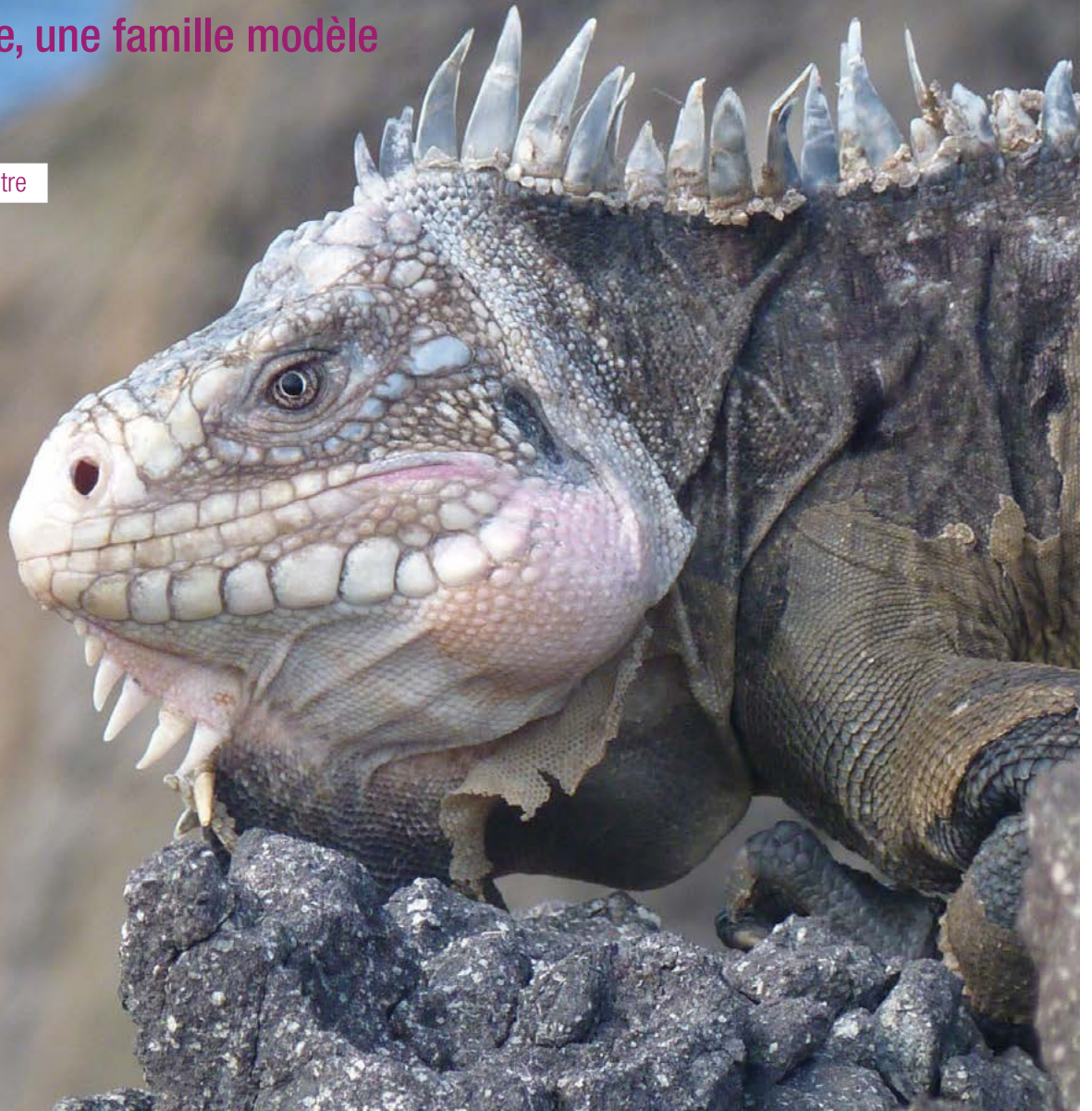
Tétris à l'échelle du nanomètre

## Histoire

Les éléphants à Aulnay

## COVID-19

Témoignages - Solidarité



cnrs





## 4 Physique

- Le soleil en ligne de mire

## 6 Histoire

- Les éléphants à Aulnay.

## 8 Biologie

- Un iguane peut en cacher un autre
- Petit, mignon, mais redoutable !
- Le pince-oreille, une famille modèle

## 14 Chimie

- Tétris à l'échelle du nanomètre
- Stimuler l'autodéfense des plantes
- Au fil de l'eau : sur la piste du SARS-CoV-2

## 20 Solidarité

- COVID-19 : l'engagement des personnels
- Un élan de générosité

# microscoop

Un regard sur les laboratoires en Centre Limousin Poitou-Charentes

no 192 - juin 2020

## Biologie

Un iguane peut en cacher un autre  
Petit, mignon, mais redoutable !  
Le pince-oreille, une famille modèle

## Chimie

Tétris à l'échelle du nanomètre

## Histoire

Les éléphants à Aulnay

## COVID-19

Un élan de générosité



ISSN 1291-8083

Photo couverture : © Michel Breuil  
Iguana *delicatissima*, Îlet Frégate, Saint Barthélemy

### CNRS Centre Limousin Poitou-Charentes

3E, Avenue de la Recherche Scientifique  
CS 10065 45071 ORLÉANS CEDEX 2  
T 02 38 25 52 01  
F 02 38 69 70 31  
www.dr8.cnrs.fr  
Contact : Communication@dr8.cnrs.fr  
@DR08\_CNRS

### Directeur de la publication

Ludovic Hamon

### Secrétaire de la publication

Florence Royer

### Création graphique/conception

Linda Jeuffrault  
Hugo Guimmonneau

### Ont participé à ce numéro :

Michel Breuil, Gilles Chalumeau,  
Corinne Champeaux, Jean-François Chollet,  
Frédéric Dumas-Bouchiat,  
Vanessa Ernst-Maillet, Frédéric Grandjean,  
Benôit Guichard, Estelle Ingrand-Varenne,  
Matthieu Keller, Matthieu Kretzschmar,  
Jérôme Labanowski, Vanessa Larrigaldie,  
Bernard Legube, Cécile Marivingt Mounir,  
Joël Meunier, Elisabeth Nau, Kévin Poissenot,  
Christelle Roudaut, David Schikorski,  
Elise Vernerey

Imprimeur - Prévost Offset  
Impression sur papier Couché Silk PEFC



10-31-3175 / Certifié PEFC / pefc-france.org



# Éditorial

Nous venons de traverser une période de crise qui a fortement perturbé les activités de recherche et qui a profondément modifié notre organisation du travail. La visioconférence est devenue le support principal des échanges pour assurer l'animation des relations entre collègues et poursuivre la construction de projets. Les outils numériques et la dématérialisation des actes se sont révélés indispensables pour garantir une continuité d'activités. Il faut souligner la capacité d'adaptation de l'ensemble des collègues des laboratoires et de la délégation qui ont basculé brutalement et sur la durée dans une nouvelle organisation du travail et qui ont consenti beaucoup d'efforts pour articuler vie professionnelle et vie personnelle. Cependant, nous avons tous conscience que l'activité en présentiel est essentielle pour construire un collectif. Avant des vacances estivales bien méritées, apprécions le plaisir d'être à nouveau physiquement ensemble.

La communauté scientifique s'est fortement mobilisée pour répondre aux multiples enjeux de cette pandémie. Les chercheurs ont été beaucoup sollicités pour aider nos concitoyens à appréhender et à comprendre ce que sont les virus qui de tous temps ont frappé les populations. Les laboratoires ont répondu aux appels des centres hospitaliers et des personnels soignants: don de masques, production de gel hydro alcoolique, fabrication de visières, missions d'agents CNRS volontaires auprès de centre hospitalier... Des recherches relevant de disciplines différentes ont été menées dans nos laboratoires comme l'illustre l'article de Microscoop sur une étude de la présence du virus dans les eaux usées.

Même s'il faut prendre le temps de la rétrospective et tirer des enseignements de cette situation que nous venons de vivre, nous devons aussi nous projeter sur une recherche qui permette l'avancée des connaissances. Ce nouveau numéro de Microscoop illustre cette période transitoire. Nous revenons sur la crise tout en révélant la diversité des recherches menées sur le territoire couvert par la délégation. Est-ce que tous les acteurs du territoire ont connaissance de l'implantation d'un laboratoire spatial à Orléans dont les technologies sont embarquées à bord de la mission Solar Orbiter ? Nous apprendrons également beaucoup des animaux (éléphant, iguane, campagnol, pince-oreille), sculptés ou vivants. D'autres disciplines y sont également abordées : les matériaux, l'agriculture.

Je vous souhaite une très bonne lecture de ce nouveau numéro de Microscoop et surtout de très belles vacances estivales.

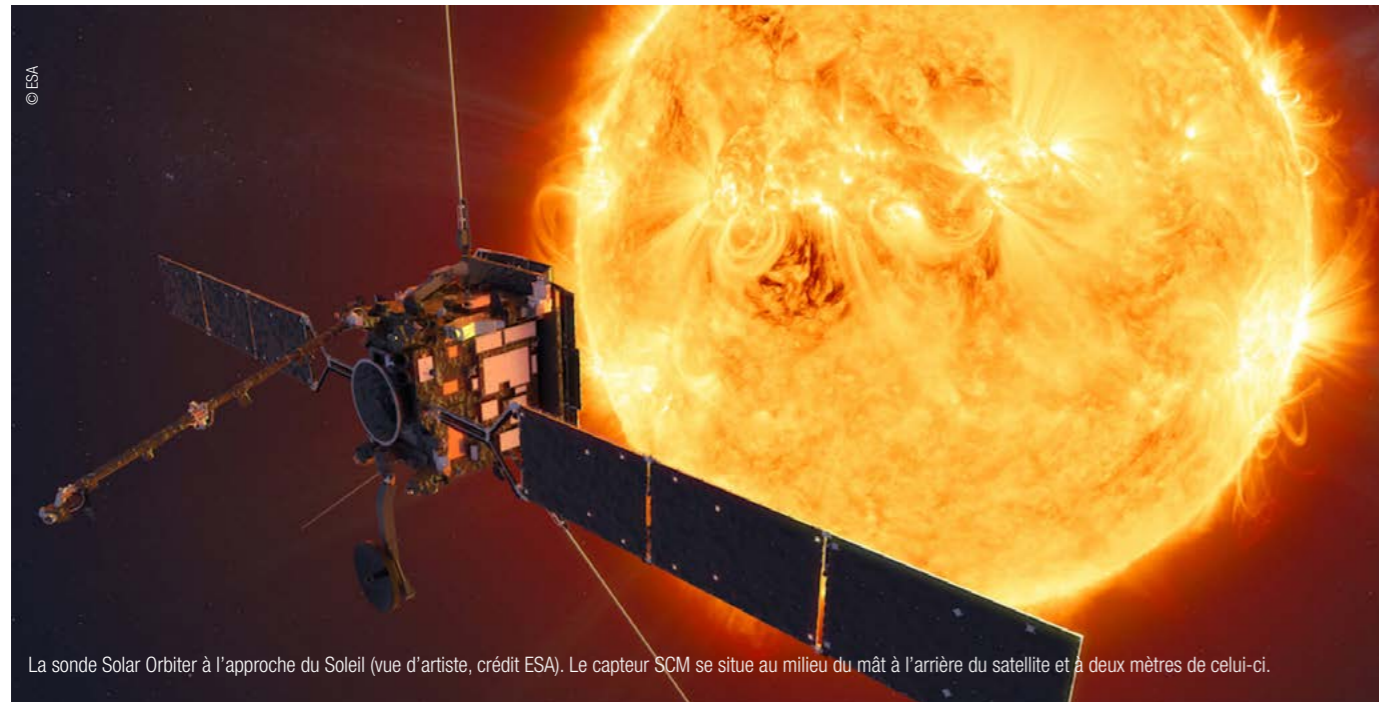
Ludovic Hamon  
Délégué régional



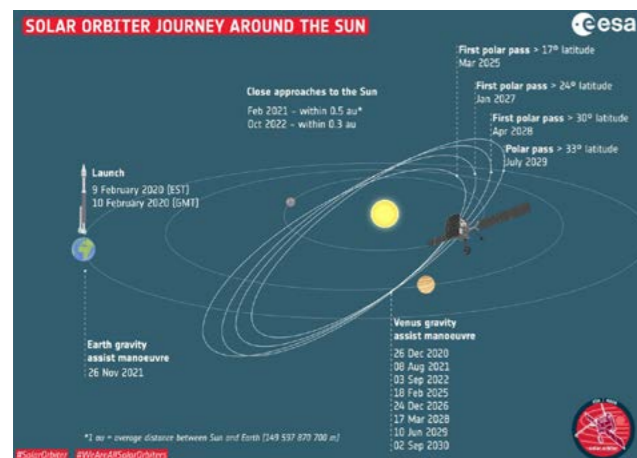


# Le soleil en ligne de mire

Reconnu internationalement pour la très haute technologie de ses instruments de mesure, le LPC2E est à bord de la mission Solar Orbiter pour un long voyage avant l'exploration du proche environnement solaire.



Le 10 février dernier, la sonde Solar Orbiter de l'agence spatiale européenne (ESA) a été lancée avec succès du centre spatial Kennedy en Floride pour un périple de plusieurs années autour du Soleil. En utilisant plusieurs fois l'assistance gravitationnelle de Vénus, ainsi qu'une fois celle de la Terre, Solar Orbiter se rapprochera du Soleil jusqu'à une distance de 0.28UA (Unité Astronomique correspondant à la distance Soleil-Terre soit 150 millions de kilomètres) pour une première phase d'observations d'environ 4 ans. Ensuite, les manœuvres d'assistance gravitationnelle toujours autour de Venus permettront au satellite de sortir du plan de l'écliptique et d'effectuer des observations inédites du Soleil et du vent solaire à des latitudes plus élevées (jusqu'à 30°). La sonde fournira ainsi les images les plus proches du Soleil jamais effectuées ainsi que les premières images des pôles de notre étoile.

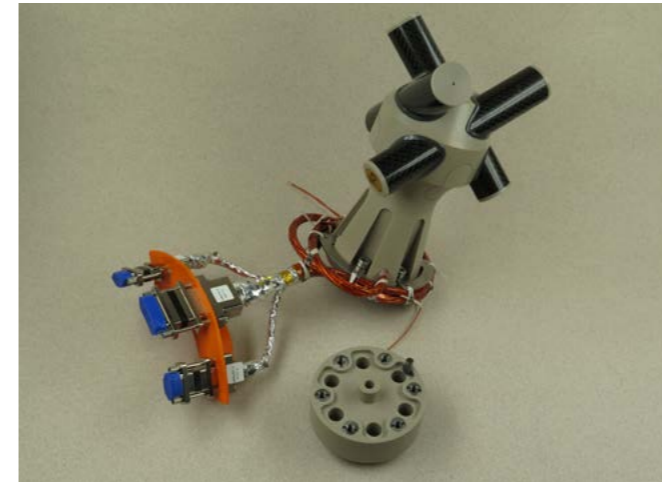


Le voyage de Solar Orbiter autour du Soleil est prévu avec des orbites s'inclinant de plus en plus (crédit ESA).

## UNE BATTERIE D'INSTRUMENTS

Le satellite de la taille d'une camionnette embarque 180 kg de charge utile répartie dans sur deux types d'instrumentation : d'une part, 4 instruments mesurant les paramètres du plasma au niveau du satellite (champ électromagnétique, composition et concentration, température, etc..) et d'autre part, 6 instruments chargés d'analyser la lumière émise par le Soleil. Parmi ces derniers figurent des télescopes et des spectromètres, mais également des instruments plus spécifiques, tels un coronographe qui occulte le disque solaire pour mieux voir son atmosphère étendue et un imageur héliosphérique qui regarde (approximativement) entre le Soleil et la Terre. La spécificité de la mission réside dans l'association de ces deux types de mesures, celles mesurant à distance le plasma de l'atmosphère solaire *via* la lumière qu'il émet, et celles mesurant sur place ce même plasma une fois parvenu au niveau du satellite.

La communauté scientifique espère ainsi comprendre comment le Soleil contrôle le milieu interplanétaire, également appelé héliosphère, et impacte les planètes et la Terre en particulier. Les mystères à résoudre sont nombreux, de l'origine du vent solaire qui remplit l'espace à la génération et la variabilité du champ magnétique de notre étoile, en passant par les éruptions solaires qui peuvent affecter les technologies que nous utilisons sur Terre, comme le GPS. Solar Orbiter jouera également un rôle crucial pour la mission Parker Solar Probe de la NASA, une sonde cousine lancée en août 2018, qui s'approche plus près du Soleil mais effectue uniquement des mesures du plasma *in situ*.



Capteur SCM réalisé au LPC2E avant livraison et sans sa couverture thermique. Les 3 antennes magnétiques sont montées sur un support isolant à l'intérieur duquel se trouvent un préamplificateur miniature et un réchauffeur. La hauteur du capteur est de 16 cm.

"...optimiser le design du capteur afin de respecter les exigences techniques ... et scientifiques."

## DE LA CHALEUR INTENSE AU FROID EXTRÊME

La communauté scientifique française a fortement contribué à la mission en fournissant plusieurs instruments permettant la mesure des particules et des champs électriques et magnétiques du vent solaire ainsi que l'observation de l'atmosphère de notre étoile.

Le Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E UMR7328 CNRS/Université d'Orléans/CNES) a en particulier conçu et réalisé le capteur SCM (Search Coil Magnetometer). Il a été intégré à l'expérience RPW (Radio and Plasma Waves) dirigée par l'Observatoire de Paris et le CNES avec la contribution de plusieurs laboratoires français et européens. Ce capteur mesure les variations du champ magnétique, un élément essentiel pour mieux comprendre la dynamique du vent solaire. Il est constitué de 3 antennes montées orthogonalement qui permettent de caractériser des variations de champs magnétiques jusqu'au cent millième de nano Tesla dans une gamme de fréquence allant de 10Hz jusqu'à 500kHz. Pour s'affranchir du champ magnétique généré par le satellite ou les autres instruments, SCM est déporté à 2 mètres de la plateforme, positionné à mi-longueur d'un mât déployable de 4 mètres où figurent également 3 autres capteurs. SCM se trouve alors plongé dans l'ombre du bouclier thermique qui protège le satellite du flux lumineux solaire, et est paradoxalement soumis à une température extérieure de -135°C ! Le challenge a donc été d'optimiser le design du capteur afin de respecter les exigences techniques (masse, encombrement, puissance électrique) et scientifiques (gains et niveaux de bruit permettant de mesurer les signaux attendus) malgré ces températures très froides. Les noyaux magnétiques des antennes ont été réalisés dans des matériaux sélectionnés et testés pour leur capacité à conserver leurs

caractéristiques aux basses températures. Un système de chauffage intégré au plus près de l'électronique à l'intérieur du capteur maintient celle-ci à -50°C. Une semelle isolante et une couverture thermique de type MLI (Multi-Layer Insulation) isolent l'instrument de l'environnement extérieur.

## DES PREMIÈRES DONNÉES PROMETTEUSES

Les signaux issus de l'instrument SCM sont numérisés et traités par 3 analyseurs de données (module électronique intégré à l'intérieur du satellite) avant leur envoi sur Terre par télémesure. Les données reçues sont soit des formes d'ondes échantillonnées à différentes fréquences (domaine temporel), soit des matrices spectrales (domaine fréquentiel). Peu après le lancement, les panneaux solaires, les 3 antennes électriques, et le mat où se trouve SCM ont été déployés avec succès, et la phase de test en vol a débuté. Après quelques réglages sur les seuils en température permettant l'allumage de l'instrument (et quelques frappeurs, donc), celui-ci fonctionne nominalement, ainsi que les autres instruments.

Bien que le début de la mission scientifique nominale soit officiellement prévu pour novembre 2021, les instruments *in situ* vont fonctionner en mode scientifique tout au long de la phase de croisière. En effet, la trajectoire effectuée par le satellite avant de rejoindre son orbite nominale fournit une opportunité unique de cartographier le vent solaire en différents points de notre système solaire. Ainsi, courant juin 2020, le satellite était deux fois plus proche du Soleil que la Terre. Les premières observations reçues sont très prometteuses.

Et de 3 !

Après Parker Solar Probe (août 2018) et Bepi Colombo (octobre 2018), Solar Orbiter est le 3ème satellite lancé en moins de 2 ans dans lequel le LPC2E est investi et embarque un instrument à son bord. Ces 3 missions ont l'objectif commun d'explorer le système solaire interne.

Bientôt 4 !

Avec un lancement prévu en septembre 2020, TARNIS sera le 4ème satellite lancé en 2 ans avec des instruments réalisés au LPC2E. Cette mission sous responsabilité scientifique du LPC2E emporte un satellite de basse altitude dédié à l'étude des transferts impulsifs d'énergie entre l'atmosphère et le proche environnement spatial qui se produisent au-dessus des zones orageuses.

Matthieu KRETZSCHMAR < LPC2E  
matthieu.kretzschmar@cnrs-orleans.fr

Guillaume JANNET  
Guillaume.jannet@cnrs-orleans.fr

<https://www.lpc2e.cnrs.fr/>



# Les éléphants à Aulnay

Sur un chapiteau de Saint-Pierre d'Aulnay, trois éléphants sont représentés. Les images sculptées de cet animal exotique et lointain sont rares au Moyen Âge, plus encore la présence du pachyderme en Occident.

Pourtant, loin d'être anecdotiques, les éléphants font pleinement sens dans l'édifice saintongeais à la lumière de l'interprétation chrétienne et philosophique du bestiaire médiéval.

«Leurs pieds ne servent qu'à les soutenir, et par suite de la lenteur de leur marche et de leur inaptitude à fléchir, ils ne peuvent servir à rien d'autre. Ainsi donc l'éléphant a un nez [...], ce nez peut s'enrouler et il est grand ; et l'éléphant étant privé de l'usage de ses pieds, la nature, nous l'avons dit, se sert aussi de cet organe pour suppléer à l'aide qu'aurait pu donner les pieds». La description presque scientifique de cette drôle de bête qu'est l'éléphant par Aristote peut faire sourire. La trompe de l'éléphant, venant remédier à ses lourdes pattes, est l'image d'une nature bien faite.

## UNE NATURE CONFORME AU PLAN DIVIN

Au Moyen Âge, le monde et entre autres les animaux se voient attribuer une lecture allégorique. L'éléphant est considéré dans les bestiaires comme un animal très positif, docile et intelligent, notamment parce qu'il peut être dressé. Reprenant Aristote, Basile de Césarée (Père de l'Église du IV<sup>e</sup> siècle) conclut sa description de l'animal en ces termes : « Ainsi se vérifie cette maxime, que l'on ne peut rien trouver qui soit superflu, rien qui ait été négligé dans les œuvres du Créateur. Pourtant cet animal, si grand qu'il soit, Dieu nous l'a soumis (au point qu'il reçoit nos leçons et supporte nos coups) ; ainsi le Créateur nous enseigne-t-il clairement qu'il a tout rangé à notre commandement ». Signe de

sagesse et obéissant, l'éléphant est doublement conforme à son statut lors de la Création. Non seulement sa forme est adéquate à sa nature mais il est, comme le reste de la faune, soumis à l'homme.

Il est possible de comprendre de la sorte les trois éléphants qui occupent depuis le XII<sup>e</sup> siècle le chapiteau de la pile séparant le transept du collatéral sud de Saint-Pierre d'Aulnay. Harnachés, les trois animaux sont donnés à voir comme maîtrisés par l'homme, ce détail signifiant la bonne réalisation de la hiérarchie originelle. Leur image est, en outre, confrontée à celles, sur d'autres chapiteaux du même édifice, d'une inversion de la hiérarchie définie dans la Genèse. La plus parlante est celle du péché originel. Le serpent souffle à l'oreille d'Ève tandis qu'Adam attrape le fruit qu'elle lui tend. Le brouillage des catégories mises en forme par Dieu est double. Ève est soumise à l'animal dont la queue, placée sur son entre-jambe, est un signe de séduction. Adam saisi le fruit tendu par Ève et porte déjà la main à son cou. Son péché, plus que d'avoir mangé le fruit, est de répondre aveuglément au geste de la femme qui lui est originellement tributaire. En plusieurs endroits, des chapiteaux de la croisée donnent à voir, notamment sous les traits d'hybrides et de monstres à deux corps, la confusion délétère de la nature des êtres formulée par Dieu. Ainsi, les éléphants d'Aulnay sont-ils probablement les contrepoints positifs de ces images. De forme parfaite, l'éléphant est le modèle d'une vie conforme au divin parce qu'adéquate à sa vocation originelle.



Saint-Pierre d'Aulnay, chapiteau des éléphants

## « CE SONT DES ELEPHANTS »

L'inscription *Hi sunt elephantes* (Ce sont des éléphants), qui court sur le tailloir du chapiteau va dans ce sens. Loin de servir l'identification des éléphants, l'inscription définit le langage comme un processus de conceptualisation intellectuelle. Au Moyen Âge, l'homme va concevoir les choses par catégorie, en se basant notamment sur la pensée de Porphyre (III<sup>e</sup> siècle), traduit en latin par Boèce (V<sup>e</sup> siècle). Le cheminement de connaissance passe, plutôt que par le monde particularisé, par les concepts universaux qui lui sont antérieurs et qui renvoient au divin. Si l'image des trois éléphants est descriptive et s'adresse en premier lieu à la perception sensible, l'inscription renvoie à l'idée même d'éléphant, un concept mental et universel : le mot « éléphant » est saisi par la pensée tandis que la sculpture l'est par le regard.

Le rôle du langage dans la catégorisation est visible sur une autre inscription d'Aulnay, *chime [ra]* (chimère) sur la voussure externe du portail sud. La chimère est conçue comme le seul fruit de la pensée. Créature mythique, elle ne saurait dériver de Dieu : une pensée chimérique est par définition en inadéquation avec le réel. La présence de la chimère est, dès lors, le signe d'une dérive de l'imagination : elle est un objet de pensée plus qu'une réalité concrète.

## "...la capacité à penser l'universel est le propre de l'homme."

Sur le chapiteau des éléphants, la présence du démonstratif *Hi* vient affermir ce propos. L'articulation entre l'image et l'inscription semble redevable aux écrits de Porphyre. Ces derniers sont largement repris au tournant des XI<sup>e</sup> et XII<sup>e</sup> siècles dans le contexte de la « querelle des universaux », un débat entre théologiens portant sur la réalité ou non des choses universelles. L'auteur distingue deux questionnements humains qui servent la connaissance du monde : « Comment c'est ? » et « Qu'est-ce que c'est ? ». La question « comment c'est ? » a pour objet une chose matérielle et particularisée. Comme l'image des éléphants, la réponse à cette question est descriptive. La question « Qu'est-ce que c'est ? », en revanche, fait appel à la pensée humaine. Elle permet de concevoir les choses multiples — les divers éléphants — comme étant regroupés sous une unique nature — la catégorie « éléphant ». Cette question permet de penser, en somme, le tout dans les parties. Processus dont le *Hi sunt* porte la marque, la capacité à penser l'universel est le propre de l'homme.



Saint-Pierre d'Aulnay, détail de la voussure externe du portail sud.



Saint-Pierre d'Aulnay, chapiteau du péché originel

La mise en relation de l'image et de l'inscription sert l'édification de l'observateur. Non seulement l'éléphant est montré domestiqué mais le regardeur est capable, comme l'homme de la Genèse, de comprendre la nomination des animaux. Une telle aptitude est le signe de sa supériorité : lui seul est un être raisonnable, fait à l'image de Dieu. Face au chapiteau, l'homme est placé dans une posture conforme à celle du plan divin. Plus encore, le chapiteau l'incite à réfléchir, réflexion qui est la base d'un cheminement vers Dieu. En distinguant l'appréhension de l'universel, qui tient dans l'inscription et est le fruit du langage et de l'esprit, de la perception physique du matériel, qui est donnée à voir dans l'image, l'homme utilise sa capacité à penser au-delà du monde sensible. La mise en œuvre de l'abstraction que sollicitent visuellement les éléphants d'Aulnay est une étape nécessaire à l'appréhension du divin. Dieu est inexprimable et n'est connu que par voie de progression. La connaissance théologique suppose donc un passage de la perception du monde sensible à l'appréhension des universaux.

## LA VALEUR DE L'IMAGE

Sur le chapiteau d'Aulnay, la base de la connaissance est la chose sensible. La vision des éléphants permet au regardeur de penser le concept « éléphant » dégagé de la matière, un concept souligné par l'inscription. Or, l'éléphant de pierre ne peut être dit éléphant que parce que le sculpteur a donné une forme à la matière. La forme correspond, en ce sens, à l'idée d'éléphant que le sculpteur avait en tête avant même son travail. Voilà pourquoi Boèce écrit : « Tout être est à partir de sa forme. Ainsi une statue n'est pas dite effigie d'un animal selon le bronze, sa matière, mais selon la forme qui y a été gravée ». Les éléphants d'Aulnay sont représentatifs de la valeur de l'image au XII<sup>e</sup> siècle : l'image est une idée, ici celle de l'éléphant, appliquée à la matière. Si, par ailleurs, le tracé des éléphants nous semble sommaire, c'est que l'on cherche à montrer dans l'image leur essence universelle plus que leur réalité physique.

Elise VERNEREY < CESCO  
Elise.vernerey01@univ-poitiers.fr

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



## Un iguane peut en cacher un autre

L'utilisation de marqueurs moléculaires combinés à des critères morphologiques a révélé une diversité spécifique insoupçonnée dans les Petites Antilles. Cet endémisme se retrouve menacé par la découverte récente d'hybridation entre une espèce d'iguane endémique des Petites Antilles et l'iguane commun invasif.

À la suite de travaux réalisés dans les années 60 sur les iguanes dans les Petites Antilles, il avait été reconnu l'existence de deux espèces d'iguane dans cet archipel. L'iguane des Petites Antilles (*Iguana delicatissima*) et l'iguane commun (*Iguana iguana*). Seule la présence d'une grande écaille circulaire sous le tympan a été retenue à l'époque pour différencier ces deux espèces décrites au XVIII<sup>ème</sup> siècle. Selon ces travaux, la variation morphologique régulière rencontrée chez l'iguane commun s'expliquait par une variation naturelle latitudinale. Cette interprétation n'a pas été mise en doute jusqu'au début des années 90.

Dans l'archipel des Saintes où les deux espèces étaient présentes, mais chacune habitant des îles différentes, la situation ne correspondait pas à celle décrite 30 ans plus tôt. L'iguane commun avait envahi le territoire de l'iguane des Petites Antilles. Seuls restaient quelques individus de cette espèce et de très nombreux autres de phénotypes intermédiaires. L'hypothèse de l'hybridation, c'est-à-dire d'une reproduction entre ces deux espèces donnant naissance à des individus intermédiaires, a tout de suite été suggérée pour rendre compte de cette situation. Elle a reçu, à l'époque, un accueil très mitigé.

**"...ces deux espèces...différenciées...ont conservé leurs capacités à produire une descendance commune fertile ..."**

Ces iguanes communs présents aux Saintes étaient indiscernables des iguanes de Guyane française. Les recherches historiques, morphologiques et génétiques ont montré qu'ils sont bien originaires de Guyane. Ils sont arrivés aux Saintes à partir du milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle avec les échanges de prisonniers entre les différents bagnes de la région. Des iguanes capturés dans ces îles au début du XX<sup>ème</sup> siècle montrent



*Iguana delicatissima*, îlet Frégate, Saint Barthélemy



Îlet Chancel en Martinique, habité par *Iguana delicatissima*

déjà les traces d'hybridation. Ce phénomène, non détecté, dans les années 60 a conduit à l'impossibilité d'établir une liste de caractères différenciant les deux espèces et à considérer que l'iguane commun était naturellement présent en Guadeloupe alors que c'est une espèce invasive.

### UNE COLLABORATION FRUCTUEUSE

En collaboration entre le Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions (UMR CNRS 7267) et le laboratoire d'analyses vétérinaires Labofarm-Genindexe, des marqueurs génétiques ont été mis au point pour établir les profils génétiques, ou génotypes, des iguanes appartenant à ces deux espèces. Ils ont ensuite été appliqués à l'étude des populations où les deux espèces cohabitent et qui présentaient de très nombreux phénotypes intermédiaires. Ces marqueurs microsatellites (empreinte génétique) ont confirmé l'hybridation entre ces deux espèces et donc l'absence d'isolement reproducteur, avec des croisements se déroulant dans les deux sens. L'hypothèse a d'ailleurs été validée à la suite à l'analyse de l'ADN mitochondrial à héritabilité maternelle. Les résultats obtenus ont également révélé que ces hybrides étaient fertiles, se reproduisant entre eux mais aussi avec des iguanes des deux espèces parentales. En raison du caractère invasif de l'espèce *Iguana iguana* (plus grande et plus féconde), le génome d'*Iguana delicatissima* se trouve de plus en plus introgressé par le génome d'*Iguana iguana* et il devient de plus en plus rare de trouver des *Iguana delicatissima* de souches pures.

Ainsi ces deux espèces parfaitement différenciées, séparées il y a quelque 10 millions d'années, ont conservé leurs capacités à produire une descendance commune fertile. Ce faisant, et sans le savoir, ces deux espèces violent la définition biologique de l'espèce qui implique que deux espèces ne peuvent produire ensemble des hybrides fertiles.



*Iguana melanoderma*, espèce endémique des Petites Antilles (Saba, Montserrat) décrite en 2020

### UNE ESPÈCE POUR QUATRE LIGNÉES

La découverte de l'hybridation, en lien avec la caractérisation génétique des grandes lignées, d'iguane a permis de redéfinir l'espèce *Iguana iguana* dont l'aire de distribution naturelle s'étend classiquement sur l'Amérique centrale, une grande partie de l'Amérique du Sud et quelques îles des Antilles. Ainsi, l'arbre phylogénétique montre que cette espèce se compose de plusieurs lignées parfaitement individualisées qui se sont différenciées progressivement. On distingue quatre lignées peuplant des îles comme Curaçao, l'Amérique centrale, l'Amérique du Sud et les Petites Antilles. En considérant des données morphologiques et génétiques (ADNmt, marqueurs microsatellites), nous avons décrit deux nouvelles espèces d'iguane au sein des Petites Antilles *Iguana insularis* (Sainte Lucie et Les Grenadines) et *Iguana melanoderma* (Saba et Montserrat). Les iguanes d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale, invasifs dans toutes les Antilles, sont maintenant considérés comme deux espèces, *Iguana iguana* et *Iguana rhinolopha* respectivement.

### DES ESPÈCES ENDÉMIQUES INSOUÇONNÉES

Les iguanes endémiques du sud des Petites Antilles, de Grenade à Sainte Lucie, forment un groupe monophylétique, c'est-à-dire dérivant d'un ancêtre commun à partir duquel plusieurs espèces ont divergé.

Ainsi, nos travaux ont conduit à la description de l'espèce *Iguana insularis* avec deux sous-espèces. Elle se caractérise, entre autres, par la présence de cornes nasales médianes et latérales et d'une écaille subtympanique de petite taille. La sous-espèce *I. insularis insularis* habite les Grenadines et présente une couleur beige (tête, fanon, corps) tirant sur le blanc sale avec des bandes corporelles foncées qui s'estompent avec l'âge. La sous-espèce *I. insularis sanctaluciae* habite

uniquement Sainte Lucie. Elle se distingue, chez les adultes âgés, par des bandes corporelles noires et un fanon entièrement noir. L'analyse génétique montre que cette espèce est en danger à cause notamment d'hybridations multiples avec les iguanes invasifs.

Les iguanes de Saba et Montserrat ont été reconnus comme formant une nouvelle espèce *I. melanoderma* qui se caractérise, en plus de son originalité génétique, par un mélanisme prononcé d'où son nom. La répartition de cette espèce est très curieuse, elle habite aussi quelques îles des Grandes Antilles et les îles Vierges. Cette répartition discontinue s'explique par un transport par les Amérindiens mais aussi un transport par des radeaux de végétation.

Toutes ces espèces endémiques des Petites Antilles présentent une répartition géographique restreinte et une très faible variabilité génétique. Elles sont victimes des sécheresses, des cyclones, de la destruction de l'habitat, du commerce, de la chasse et des prédateurs. Leurs reconnaissances en tant qu'espèces donnent aux organismes en charge de la protection de la nature les moyens de les différencier des espèces invasives avec lesquelles elles s'hybrident. Cette hybridation est un danger qui menace cette exceptionnelle biodiversité.

Frédéric GRANDJEAN < EBI  
frederic.grandjean@univ-poitiers.fr

Michel BREUIL < MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE  
breuil.michel@gmail.com

David SCHIKORSKI < LABORATOIRE LABOFARM-GENINDEXE  
d.schikorski@genindexe.com

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



# Petit, mignon, mais redoutable !

Depuis près de 50 ans, le campagnol cause des dégâts considérables dans les prairies des régions d'élevage. Le décryptage de sa physiologie reproductive fait partie intégrante de programmes de lutte raisonnée.



Photo de Campagnol terrestre

Le campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*), aussi appelé rat taupier, est un rongeur endémique du sud-ouest de l'Europe. Il est présent dans des zones peu humides, principalement dans les prairies et vergers de moyenne montagne. Ce campagnol a un mode de vie souterrain, il creuse d'importants réseaux de galeries. Les plus superficielles servent à la recherche de nourriture et les plus profondes à l'aménagement de nids ou de stockage de la nourriture.

## 500 INDIVIDUS À L'HECTARE

Le campagnol terrestre peut atteindre un poids compris entre 80 et 160g et mesure une vingtaine de centimètres à l'âge adulte. Il se nourrit de tiges et de racines de végétaux dont il consomme l'équivalent de son poids par jour. Ses capacités de reproduction sont élevées, on observe quatre à cinq embryons par portée avec une moyenne de trois portées par an et par femelle. La durée de gestation est de 21 à 22 jours et la maturité sexuelle est atteinte à cinq semaines. Les juvéniles sont donc rapidement en capacité de se reproduire.

La démographie du campagnol terrestre est caractérisée par de fortes variations cycliques de densité de population qui culminent lors de cycles pluriannuels de pullulations. La densité de campagnols peut alors passer de quelques individus par hectare lors de phase de basse densité, à plus de 500 individus par hectare lors de ces pics de pullulation. La durée de ces cycles est en moyenne de six ans mais les pics de pullulation tendent à se rapprocher actuellement. Une meilleure compréhension de la biologie de cette espèce et notamment de sa physiologie reproductive permettrait de mieux appréhender ces phénomènes de pullulation et leurs mécanismes. Ainsi, l'unité Physiologie de la Reproduction et des Comportements a démarré cette exploration dans le cadre d'un projet du

ministère de l'agriculture et de la DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes. En effet, cette physiologie est assez peu décrite dans la littérature. Néanmoins, des études de suivi des populations indiquent que les naissances sont principalement observées entre les mois de mars et octobre, ce qui suggère que le campagnol terrestre est une espèce à reproduction saisonnée.



Tumuli caractéristiques indiquant la présence de galeries de campagnols terrestres sur une prairie permanente.

## DES AMOURS ESTIVALES

L'activité sexuelle du campagnol terrestre semble modulée au cours de l'année pour permettre de synchroniser les naissances au moment où les conditions environnementales (température, disponibilité alimentaire...) sont les plus propices à la survie des petits. Une telle modulation de l'activité sexuelle de ces animaux implique de fortes régulations au niveau de l'axe endocrinien



Illustration de la différence de la taille des testicules de mâles adulte entre les mois de juin (gauche) et janvier (droite).

HPG (hypothalamus-hypophyse-gonades) qui contrôle la fonction de reproduction, permettant une alternance entre la phase de reproduction et celle de repos sexuel au cours de l'année.

Afin de vérifier cette hypothèse, les biologistes ont procédé à un suivi mensuel de paramètres physiologiques sur des campagnols sauvages présents dans les prairies du département du Puy-de-Dôme en collaboration avec leurs collègues de VetAgro Sup/INRAE de Clermont Ferrand et Lyon.

Ce suivi a montré l'existence de fortes variations du poids des organes sexuels au cours de l'année. Chez les mâles, le poids des testicules va ainsi progressivement augmenter d'un facteur 10 pour atteindre un maximum au mois de juin (350 mg environ) puis diminuer pour être au minimum au mois de janvier (30 mg environ). Chez les femelles, un profil équivalent est observé pour le poids de l'utérus. L'activité des organes reproducteurs semble donc bien être modulée au cours de l'année. D'ailleurs, des femelles gestantes n'ont été observées que de la fin février à la fin novembre, avec une proportion de femelles gestantes maximale au mois de juin.

## "...l'activité reproductrice du campagnol terrestre ... contrôlée par la photopériode..."

Par ailleurs, le campagnol terrestre possède sur ses flancs des glandes qui produisent une substance huileuse. Ces glandes abdominales ont déjà été décrites comme sensibles aux hormones sexuelles et potentiellement impliqués dans la communication olfactive entre individu. Lors de ce suivi, ces glandes abdominales ont, comme les organes sexuels, présentées des variations importantes au cours de l'année aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Elles vont se développer progressivement jusqu'en été (190 mg environ) puis régresser ensuite jusqu'à quasiment disparaître chez certains individus en hiver (>2mg).

Une précédente étude en collaboration avec des chercheurs de l'unité de Glycobiologie structurale et fonctionnelle de Lille (UMR CNRS/université Lille 1/INRAE) et d'Allice\*, s'avait permis d'identifier les composés olfactifs présents dans les sécrétions produites par les glandes abdominales, mais aussi ceux présents dans les urines. Les résultats de cette étude ont démontré que la production de ces composés dépend du sexe de l'animal mais aussi de la période de l'année.

## UNE SAISONNALITÉ CONFIRMÉE

Pour compléter la caractérisation de la physiologie de la reproduction du campagnol terrestre nous nous sommes intéressés aux régulations cérébrales hypothalamiques contrôlant l'axe HPG. L'analyse du neuropeptide kisspeptine montre que sa sécrétion augmente également fortement pendant le printemps et l'été, ce qui suggère à nouveau une forte activité de l'axe HPG lors de ces périodes. Ainsi, les données obtenues sur des animaux capturés en plein champ indiquent que le campagnol terrestre est bien une espèce à reproduction saisonnée.

Chez les mammifères saisonnés, le principal indice environnemental utilisé pour déterminer la période la plus propice pour la reproduction est la photopériode (durée du jour). Afin de vérifier de manière causale l'implication de la photopériode dans la saisonnalité de la reproduction chez le campagnol terrestre l'unité PRC a, en collaboration avec des chercheurs du laboratoire Génétique Reproduction et Développement de Clermont-Ferrand (UMR CNRS/INSERM/Université Clermont Auvergne), mené une expérience de traitements lumineux sur des campagnols mâles hébergés en animalerie. Les campagnols, capturés en hiver, ont d'abord été soumis à une photopériode courte, 8h de jour et 16h de nuit, proche des conditions du milieu naturel, puis une partie d'entre eux a été soumise à une photopériode longue estivale (16h jour pour 8h de nuit). Les résultats de cette expérience affichent une augmentation du volume et du poids testiculaire chez les animaux hébergés en photopériode longue estivale par rapport à ceux restés en photopériode courte hivernale. Les analyses des autres paramètres physiologiques sont en cours mais l'activité reproductrice du campagnol terrestre semble bien être contrôlée par la photopériode, à l'exclusion d'autres facteurs. En effet, un facteur comme la température ne semble pas intervenir, car les différences sont obtenues alors même que les animaux ont été hébergés en jours longs ou courts étaient exposés à une température estivale dans les deux cas (environ 20°C).

Des expériences visant à explorer l'interaction entre facteurs photopériodiques et facteurs sociaux dans l'expression du comportement sexuel sont en projet afin de compléter ces études et notre connaissance des facteurs de régulation de la reproduction chez cette espèce.

\* ALLICE est une organisation professionnelle d'élevage représentant l'ensemble des filières de l'insémination bovine, caprine, ovine et porcine

Kévin POISSENOT < PRC  
kevin.poissenot@inrae.fr

Matthieu KELLER < PRC  
Matthieu.keller@inrae.fr

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



## Le pince-oreille, une famille modèle

Une question majeure en biologie évolutive est de comprendre pourquoi certaines espèces animales vivent en famille alors que d'autres préfèrent la vie solitaire. Les récentes études de l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte sur le forficule européen apportent quelques éléments de réponse surprenants.

La vie de famille n'est pas le propre de l'Homme. Ce mode de vie social se retrouve chez un grand nombre d'espèces animales allant des mammifères aux oiseaux en passant par les crustacés et les insectes. Comment expliquer le fait que la vie de famille ait évoluée et se soit maintenue chez un si grand nombre d'espèces ? Une façon de répondre à ces questions est d'étudier les interactions sociales ayant lieu dans les espèces où cette vie de famille est facultative, c'est-à-dire où les jeunes n'ont pas besoin de leurs parents pour se nourrir, se développer ou survivre. Le forficule européen aussi appelé perce-oreille ou pince-oreille est un des rares insectes présentant cette particularité. Cette espèce de Dermaptères (un groupe comptant 1700 espèces dont 20 en France métropolitaine) est très souvent présente dans nos jardins, vergers et vignes, où son appétit féroce en fait un auxiliaire de culture redoutable contre plusieurs insectes tels que les pucerons. La vie de famille des forficules dure généralement plusieurs semaines et elle est toujours facultative : les jeunes sont mobiles et ils sont capables d'aller chercher de la nourriture quelques jours seulement après être sortis de leurs œufs. Contrairement à la grande majorité des animaux avec une vie de famille, les jeunes forficules ont donc la possibilité de choisir entre une vie solitaire et une vie familiale. Pourquoi décident-ils de rester en famille ?

### LES SOINS MATERNELS ...

Une des raisons vient certainement des bénéfices qu'ils tirent des soins parentaux. Ces soins sont uniquement prodigués par les femelles (les mâles sont chassés du nid avant la ponte des œufs) et peuvent prendre plusieurs formes. Les mères apportent de la nourriture à leurs petits en ramenant des morceaux de feuilles, de fruits ou de cadavres dans le nid. Elles peuvent aussi régurgiter de la nourriture par la bouche, comme on le voit souvent chez les oiseaux, ou enfin consommer cette nourriture et l'offrir par coprophagie, c'est-à-dire en produisant des fèces qui seront consommés par les juvéniles. Les mères protègent aussi leurs jeunes contre les prédateurs et les pathogènes. La première protection se fait grâce à leurs pinces et à des glandes dorsales projetant des substances chimiques, alors que la seconde se fait d'une manière surprenante : elles recouvrent leurs nids de fèces. Les fèces de cette espèce ont en effet des propriétés antimicrobiennes capables de limiter le développement de nombreux pathogènes !



Une mère du forficule européen gardant ses jeunes quelques jours après l'éclosion des œufs. Cette vie de famille dure plusieurs semaines.



Une mère du forficule européen déplaçant un de ses jeunes.

### ... N'EMPÊCHENT PAS LA COMPÉTITION AVEC LA MÈRE

Mais les bénéfices des soins maternels viennent avec un certain coût pour les jeunes forficules. En effet, lorsque les conditions sont mauvaises et que la nourriture vient à manquer, les mères forficules ont tendance à monopoliser la nourriture pour elles seules, entraînant une surmortalité et un retard de développement conséquent chez leurs jeunes. Ce comportement permet aux femelles d'augmenter leur chance de produire une deuxième ponte à un moment où les conditions seront peut-être meilleures. D'autres études ont aussi montré que les soins maternels ne sont pas inconditionnels chez cette espèce. En effet, les mères forficules s'occupent bien des jeunes en bonne santé, mais délaissent ceux dont la condition est moins bonne. Vivre en famille n'assure donc pas nécessairement l'accès aux soins maternels pour chacun des jeunes !

"...la coopération fraternelle pourrait compenser le manque de soins maternels."

### LA COMPÉTITION ENTRE FRÈRES ET SŒURS ...

La vie de famille ne consiste pas uniquement en des interactions entre enfants et parents, mais implique aussi des interactions entre frères et sœurs. Chez les animaux, ces interactions sont très souvent conflictuelles. C'est aussi le cas chez le forficule où elles peuvent prendre une forme particulièrement extrême : le cannibalisme. Il est ainsi fréquent que les jeunes se mangent les uns les autres sans que la mère ne semble intervenir. Ce cannibalisme est particulièrement fort envers les jeunes provenant d'autres familles (un phénomène d'adoption qui arrive parfois dans la nature), probablement dans le but de protéger l'unité génétique du groupe.

### ... N'EXCLUT PAS LA COOPÉRATION

Les frères et sœurs n'apportent pas que des coûts chez le forficule : ils peuvent aussi coopérer. La présence d'une telle coopération est très peu fréquente chez les animaux et chez notre espèce, elle prend la forme d'échanges de nourriture. Cet échange se fait soit par contacts bouche-anus (trophallaxie proctodéale), soit par coprophagie, lorsque frères et sœurs déposent leurs fèces dans le nid. L'IRBI a montré que ces échanges sont plus fréquents dans les familles où les mères apportent le moins de



Dispositif expérimental permettant de filmer et d'analyser les comportements du forficule européen en condition infrarouge. Dispositif financé par la Fondation Fyssen.

nourriture à leurs jeunes, suggérant que la coopération fraternelle pourrait compenser le manque de soins maternels. Par contre, le laboratoire a aussi mis en évidence que ces interactions ne sont pas spécifiquement dirigées envers les membres de la fratrie les plus affamés, questionnant les motivations de tels échanges entre frères et sœurs.

### UNE NOUVELLE VISION

L'ensemble des travaux de l'IRBI sur le forficule a permis de changer la compréhension des mécanismes favorisant l'émergence et le maintien de la vie de famille chez les animaux. Ils suggèrent qu'une des raisons pour lesquelles les juvéniles restent en famille pourrait venir des bénéfices qu'ils obtiendraient des interactions avec leurs frères et sœurs plutôt que des bénéfices (facultatifs) qu'ils tireraient des interactions avec leur mère. Contrairement à ce qui a longtemps été admis, le soin maternel ne serait donc pas le seul moteur évolutif de la vie de famille, mais plutôt un acteur parmi d'autres.

### RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET PESTICIDES

Comprendre le rôle de chaque acteur dans l'évolution de la vie de famille nécessite de prendre en compte l'environnement dans lequel les espèces évoluent. Or, l'accélération des activités humaines a engendré des modifications majeures et rapide de l'environnement (réchauffement climatique,

pollution chimique ...) dont les impacts sur la biodiversité et la biologie des organismes ne sont plus à démontrer. Les liens entre changements globaux, pollution chimique et vie sociale restent cependant peu étudiés. Une partie des futurs projets du laboratoire aura pour but d'identifier ces liens et notamment d'explorer le rôle des pesticides et du réchauffement climatique dans les interactions familiales, ainsi que l'importance de ces interactions dans la résistance contre les perturbations d'origine anthropique.

Ces études devraient aussi ouvrir de nouvelles pistes de recherche sur l'utilisation des forficules dans la lutte contre les ravageurs de vergers, une alternative aux pesticides qui pourrait se montrer particulièrement bienvenue et efficace dans un monde aux climats perturbés et à la pollution chimique toujours plus importante.

Joël MEUNIER < IRBI  
joel.meunier@univ-tours.fr  
<http://irbi.univ-tours.fr>



# Tétris à l'échelle du nanomètre

Vers un idéal : un matériau possédant une infinité de propriétés, sélectionnables à l'envi, en fonction des besoins et des applications...



Dispositif expérimental d'élaboration de matériaux composites

Cette quête chimérique se confronte à bien des obstacles disséminés ici et là par les lois physico-chimiques de la matière condensée. Associer deux matériaux pour obtenir un composite, possédant *a minima* l'ensemble des propriétés des deux initiaux, n'est pas chose aisée. Les caractéristiques du composite se révèlent souvent atténuées et modifiées, bien loin du modèle imaginé. La maîtrise des propriétés des composites requiert des développements amont de procédés de synthèse originaux et novateurs.

Afin d'exalter ou de modifier les propriétés de la matière condensée, la réduction d'échelle peut proposer des solutions. A l'échelle nanométrique (100 000 fois plus petit que l'épaisseur d'un cheveu), les amas d'atomes sont appelés nanoparticules (NPs). Leurs propriétés sont très dépendantes de leur taille. Ainsi, des NPs sphériques de 1, 2,5 ou 6 nm de diamètre, qui peuvent paraître proches en taille, seront composées respectivement de 50, 500 ou 5000 atomes. Elles présenteront des comportements bien différents. Une distribution de taille de NPs étroite est donc particulièrement recommandée afin de pouvoir corrélérer tailles et propriétés des nano-objets.

## UN ASSEMBLAGE À L'ÉCHELLE NANOMÉTRIQUE

Un réacteur ultraviolet, développé à l'Institut de Recherche sur les Céramiques (IRCER UMR 7315 CNRS/Université de Limoges), est formé par l'assemblage d'un générateur de NPs et d'une enceinte principale de dépôt de films minces. Seul le principe physique d'ablation laser est utilisé pour la génération de composites. Un matériau-cible, constitué des éléments d'intérêt, est irradié par un faisceau laser. Le matériau est alors éjecté en quelques centaines de nanosecondes sous la forme d'un panache plasma « froid ». Suivant la situation du panache, dans le générateur ou dans l'enceinte principale, il suivra deux traitements différents.

## UN PLASMA, DEUX TRAITEMENTS

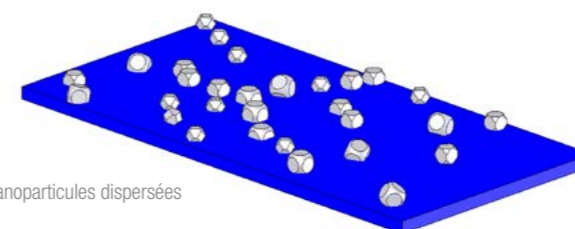
Avec un générateur de nanoparticules, dit Pulsed Laser Nanoparticle Source ou PLNS, le panache plasma qui se détend dans une cavité est condensé violemment grâce à un gaz sous pression délivré par une vanne pulsée. Ce refroidissement soudain et violent, "la trempe", a pour effet de forcer la condensation de la vapeur de matière. Les atomes en vol se rapprochent les uns des autres et se "collent" pour former de petites entités : ces fameux édifices atomiques composés de centaines d'atomes, les NPs. En modifiant certains paramètres, la taille des édifices atomiques peut varier de 1 à 10 nm de diamètre. A la sortie de la cavité, l'ensemble "gaz+NPs" se détend à travers une tuyère de géométrie contrôlée. La vitesse relativement faible des NPs en vol leur permet de garder leur forme originelle et de conserver leur structure cristalline, même après impact sur un substrat.

Dans l'enceinte d'ablation laser principale, le panache plasma se détend pour se condenser ensuite sur un substrat placé en vis-à-vis. Ce mode de dépôt, très utilisé en recherche académique, s'appelle le dépôt par ablation laser (Pulsed Laser Deposition, PLD). La PLD se caractérise généralement par un transport des espèces "à l'identique" qui se traduit, en principe, par une conservation de la composition entre la cible et le film déposé. Le procédé peut permettre le dépôt monocouche atomique par monocouche atomique ou le dépôt en îlot d'ensembles d'atomes sous forme de grains.

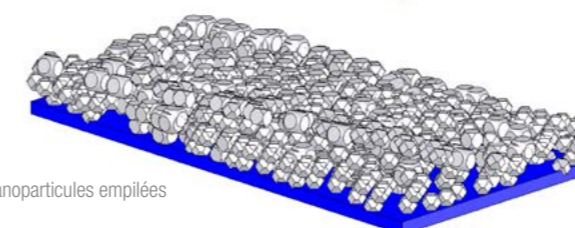
La pulvérisation par laser autorise *a priori* l'accès à l'ensemble des éléments de la classification périodique. A cette richesse de composition, s'ajoute une très grande diversité de nanostructures. En effet, en utilisant les deux dispositifs, séquentiellement ou simultanément, plusieurs structures modèles sont réalisables. Un grand nombre de combinaisons en jouant avec la matière et les paramètres de ce procédé est imaginable.

## UN TRÈS VASTE CHOIX DE NANOSTRUCTURES MODÈLES

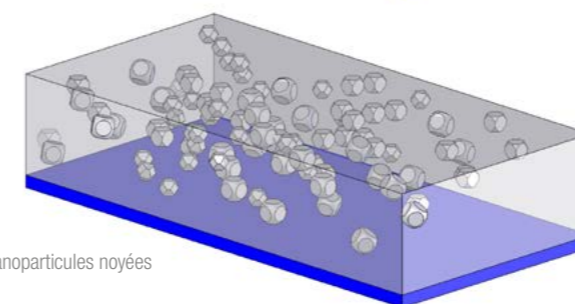
Le phénomène d'interaction entre la lumière du soleil et une NP métallique conduit souvent à l'absorption de certaines couleurs et aboutit par exemple aux couleurs des vitraux. Utilisant le procédé PLNS, des nanoparticules d'argent (3 nm) ont été formées en vol puis noyées dans une matrice d'alumine transparente à la lumière. Le nano-composite bénéficie de la densité, de la dureté et de la stabilité de la matrice synthétisée par PLD. En présence de la lumière du soleil, il absorbe spécifiquement le bleu et laisse passer le reste des couleurs avec une dominante sur le jaune. En adaptant la nature et la taille des NPs métalliques, il est possible de moduler l'absorption et réaliser, au choix, des filtres sélectifs d'une ou plusieurs couleurs. Ces nano-composites possèdent également des propriétés électriques remarquables. Les NPs métalliques constituent des « réservoirs » de charges électriques dans la matrice d'alumine isolante, caractéristique d'un intérêt tout particulier pour la réalisation de condensateurs plans. La capacité



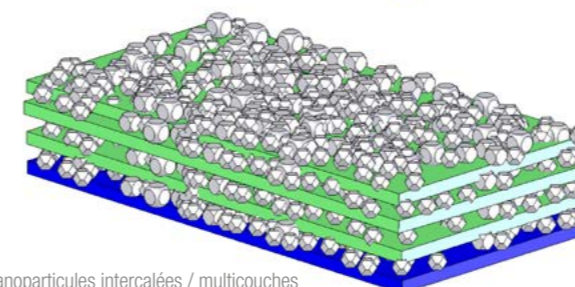
Nanoparticules dispersées



Nanoparticules empilées



Nanoparticules noyées



Nanoparticules intercalées / multicouches

Composites accessibles, combinant ou non, nanoparticules et films minces

du matériau à emmagasiner des charges électriques pour mieux les redistribuer ensuite peut être modulée par le taux de dopage en NPs. Un dopage de l'alumine à 5% en volume en NPs d'Ag accroît cette capacité de charge d'un facteur 5 pour des applications sur une bande de fréquence comprise entre 1 et  $10^3$  Hz trouvant des applications dans les micro-dispositifs électroniques.

**"Trouver des composites magnétiques plus performants ... essentiels à la réussite de la transition énergétique."**

L'association de trois éléments, le néodyme, le fer et le bore, constitue un matériau connu comme étant le meilleur aimant du marché depuis sa découverte en 1984. Il fait partie de la classe des ferromagnétiques durs et est caractérisé par une rémanence et une coercivité élevées (capacité respective à emmagasiner et à préserver l'aimantation), une température de fonctionnement inférieure à 315°C et une forme rectangulaire de son cycle d'aimantation. La société civile l'utilise de plus en plus dans des systèmes micro-électroniques (2 g), des voitures électriques (2 kg) ou encore des éoliennes (2000 kg). De fait, il est un élément stratégique ! Trouver des composites magnétiques plus performants permettrait d'accroître les forces magnétiques et les puissances moteurs, points essentiels à la réussite de la transition énergétique. Diminuer les besoins en néodyme (Nd), un élément terre rare, source de pollution lors de son extraction/raffinage est également un challenge. Théoriquement, un matériau modèle composé d'une matrice de Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B et d'inclusions magnétiques douces (2 nm) présente des valeurs magnétiques exacerbées, mais ce composite modèle souffre de la complexité de sa microstructure pour sa réalisation expérimentale. L'objectif d'un projet de recherche suivi par l'IRCER en collaboration avec l'IN, l'ESRF et l'ILM\*, est d'introduire des inclusions nanométriques de fer ou de cobalt (magnétiques doux) dans une matrice de NdFeB obtenue par PLD. De très bonnes propriétés magnétiques viennent d'être obtenues séparément concernant la matrice réalisée par PLD et des NPs de cobalt formées par PLNS. L'association matrice-NPs est espérée prometteuse.

Ces quelques exemples montrent le formidable potentiel du procédé et laissent imaginer le large spectre de nano-composites modèles accessibles. La synthèse de NPs plus complexes, constituées de deux à trois éléments, permet d'augmenter encore le champ des possibles (nanostructures multi-phases, cœur-coquille...). A n'en pas douter, les perspectives sont immenses.

IN : Institut Néel, UPR 2940, Grenoble  
ESRF : European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble  
ILM : Institut Lumière-Matière, UMR 5306, Lyon

Frédéric DUMAS-BOUCHIAT < IRCER  
frederic.dumas-bouchiat@unilim.fr

Corinne CHAMPEAUX < IRCER  
corinne.champeaux@unilim.fr

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



# Stimuler l'autodéfense des plantes

Pour nourrir la population mondiale, dans un contexte de constante croissance démographique, l'agriculture se doit d'être performante et respectueuse de l'environnement.

Selon les données et projections des Nations Unies, la population mondiale s'est accrue de 2 milliards d'individus entre 1990 et 2017 pour arriver à 7,3 milliards d'êtres humains. Elle devrait atteindre 9,7 et 11,2 milliards d'habitants respectivement en 2050 et 2100. Le monde agricole va donc être confronté à de nombreux défis d'ampleur considérable et parfois contradictoires, en particulier produire beaucoup plus de façon à nourrir cette population en forte croissance tout en produisant mieux pour répondre aux attentes d'une population sensibilisée aux risques environnementaux et soucieuse de préserver sa santé. Il faut toutefois noter que ce dernier critère est une préoccupation essentiellement des pays développés où la nourriture est déjà abondante.

## UNE AGRICULTURE EN PLEINE MUTATION

Pour s'adapter à cette production de demain, nos agriculteurs devront composer avec de nombreuses contraintes : la hausse du prix de l'énergie, le retrait du marché de nombreux produits phytopharmaceutiques, les changements climatiques, l'émergence de nouvelles maladies, la résistance de certains pathogènes aux principes actifs disponibles ou encore la raréfaction des matières premières. Pour ceci, les agriculteurs devront utiliser au mieux les ressources naturelles tout en assurant la protection des cultures dans un contexte de développement durable, à moindre coût écologique.



L'agriculture de demain devra produire autant de denrées en diminuant les quantités de composés phytopharmaceutiques utilisés

Parmi les stratégies envisageables pour adapter notre agriculture au monde futur, la stimulation des mécanismes de défense naturelle des plantes est une voie prometteuse. Elle permettrait de réduire de façon sensible le recours aux composés phytopharmaceutiques, comme le préconise le plan Écophyto II+ (réduire de 50 % l'utilisation de ces produits d'ici 2025). Au cours de l'évolution, les plantes ont développé des barrières structurales et chimiques qui sont très souvent le résultat d'une adaptation à des conditions climatiques ou environnementales particulières. On parle alors de résistance passive. Mais lorsque cette dernière devient insuffisante lors d'un dommage causé par un bioagresseur (stress biotique) ou par une modification de l'environnement (stress abiotique tel que gel, carence nutritive, sécheresse...), les plantes sont alors capables de mettre en place des réactions de défense dites « actives » pour, par exemple, limiter la progression d'une maladie fongique ou encore accroître la résistance au gel.

## STIMULER LES DÉFENSES NATURELLES DES PLANTES

Dans le cas d'un stress biotique, ce sont des signaux moléculaires, émis par le pathogène ou résultant d'une dégradation des parois cellulaires de la plante, qui vont entraîner une réponse du végétal en déclenchant ses systèmes de réponse. Ceux-ci vont intervenir à plusieurs niveaux. En premier lieu, une résistance à un agent pathogène spécifique va conduire à une réaction d'hypersensibilité entraînant la mort des cellules végétales au niveau de la zone d'infection. La progression du pathogène sera ainsi



Avant la réalisation des essais biologiques, la vérification de la pureté des nouveaux composés obtenus est une étape importante.

freinée. En second lieu, une résistance généralisée, ou non spécifique à un pathogène, va s'exercer au niveau local (résistance locale acquise ou RLA) afin de limiter la progression de l'agent infectieux (voire le détruire) avant qu'elle ne se propage à distance de la zone d'infection (résistance systémique acquise ou RSA) pour que les cellules plus lointaines mettent en place leur propre défense. Les composés qui vont déclencher l'expression des réactions de défense sont qualifiés d'« éliciteurs » ou encore stimulateurs des défenses naturelles (SDN) ou stimulateurs des défenses des plantes (SDP).

"...synthétiser des analogues ... disponibles au sein du végétal sur une durée plus longue."

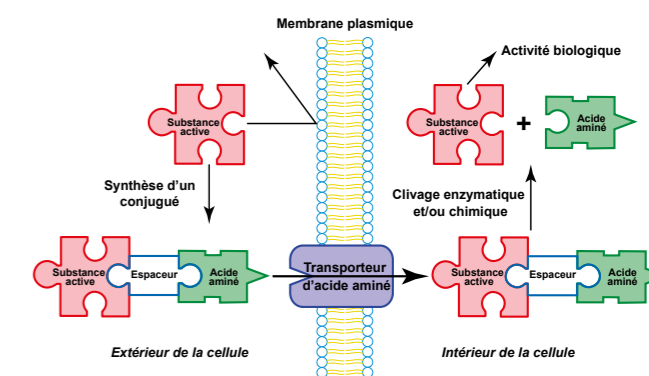
Bien que son rôle complexe ne soit pas encore parfaitement élucidé, il a été montré que l'acide salicylique, molécule par ailleurs bien connue pour ses propriétés thérapeutiques, était nécessaire pour activer la plupart des réactions de défense de la plante. À la suite de divers stress, on observe une rapide augmentation de sa concentration et d'autant plus rapidement et fortement que l'on a une variété résistante. L'acide salicylique va jouer un rôle primaire pour activer l'expression de nombreux gènes impliqués dans les systèmes de défense des plantes.

En application sur le feuillage des plantes, un apport d'acide salicylique a une action élicitrice, mais de courte durée car cette molécule est rapidement métabolisée par la plante et donc elle perd son activité. C'est pour cette raison que l'on a cherché à synthétiser des analogues de l'acide salicylique qui puissent mimer son activité tout en étant disponibles au sein du végétal sur une durée plus longue. Deux produits ont ainsi été développés par l'industrie agrochimique : l'INA (acide 2,6-dichloroisonicotinique) qui s'est avéré trop phytotoxique pour avoir des applications pratiques et le BTH (Acibenzolar-S-méthyl) commercialisé sous le nom de Bion®.

## DES MOLÉCULES POUR UNE STRATÉGIE INNOVANTE

C'est dans cette optique que l'IC2MP développe une stratégie innovante basée sur la synthèse de nouvelles molécules de type « prodrogues » mobiles dans l'ensemble de la plante. Après biotransformation au sein de

celle-ci, elles libéreront graduellement la substance active élicitrice (acide salicylique ou analogues) pour qu'elle exerce ensuite son activité biologique. Pour cela, les scientifiques ont utilisé un concept original développé à l'IC2MP pour conférer la mobilité dans la plante entière à des molécules qui, initialement, restent en surface des parties aériennes. Ils ont montré qu'en associant dans un même composé appelé « conjugué », une substance active et un acide aminé, le dérivé obtenu peut pénétrer dans la plante en empruntant des protéines membranaires appelées « transporteurs » dont la fonction naturelle est de permettre aux acides aminés issus de la photosynthèse le franchissement de la membrane cellulaire. Comme les acides aminés, les conjugués sont ensuite distribués, via la sève, vers toutes les parties de la plante en voie de croissance (jeunes bourgeons, pointes racinaires, apex) ou les organes de stockage (fruits, tubercules). Sous l'action de diverses enzymes ou d'un phénomène chimique, ces conjugués peuvent ensuite être dissociés pour libérer le composé actif initial. Cette étape va s'effectuer plus ou moins rapidement, principalement en fonction de la structure de l'espaceur qui est la partie qui relie la substance active à l'acide aminé.



Stratégie de prodrogue appliquée à une substance active élicitrice. Celle-ci est liée à un acide aminé grâce à un espaceur, ce qui va permettre au conjugué obtenu de traverser la membrane cellulaire pour être distribué dans la plante entière. Par coupure enzymatique et/ou chimique, la substance active va ensuite être libérée progressivement pour exercer son effet biologique.

Dans cette forme d'optimisation par modulation moléculaire, la chimie intervient pour modifier non pas les propriétés intrinsèques de la molécule élicitrice, mais pour changer ses propriétés de distribution dans la plante et sa cinétique d'action en assurant une libération graduelle du principe actif. Les nouveaux conjugués obtenus seront testés sur un modèle végétal utilisé depuis longtemps au laboratoire, afin d'évaluer leur capacité de mobilité dans l'ensemble de la plante et leur aptitude à libérer la molécule élicitrice initiale. Les produits les plus prometteurs à l'issue de cette série de tests seront ensuite évalués quant à leur activité pour stimuler certains gènes de défense.

Benoît GUICHARD < IC2MP  
benoit.guichard@univ-poitiers.fr

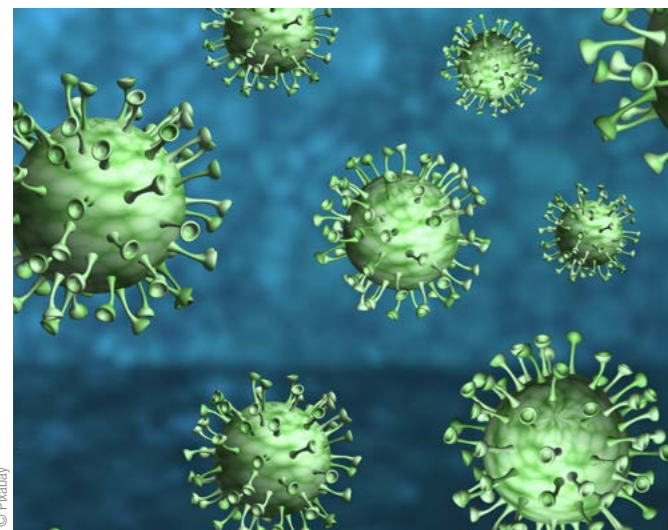
Cécile MARIVINGT MOUNIR < IC2MP  
cecile.marivingt.mounir@univ-poitiers.fr

Jean-François CHOLLET < IC2MP  
jean.francois.chollet@univ-poitiers.fr

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



# Au fil de l'eau : sur la piste du SARS-CoV-2



On connaît 2 types de virus : les virus à ADN et les virus à ARN comme le SARS-CoV-2. Les virologues dans leur ensemble mentionnent que ce virus étant enveloppé, sa résistance est limitée à l'inverse des virus non enveloppés - à ADN - comme par exemple les virus entériques humains tels que adénovirus, norovirus, rotavirus.

À l'annonce de l'épidémie de COVID-19, le conseil scientifique du comité de bassin de l'Agence de l'eau Adour-Garonne, auquel participent deux chercheurs de l'IC2MP, a réalisé une synthèse des résultats scientifiques sur la présence du virus dans les eaux usées.

Les eaux usées urbaines (usage domestique) comprennent principalement les eaux vannes (WC) et les eaux ménagères (douche, bain, vaisselle, lavage...). Elles sont constituées majoritairement de matière organique (carbonée et azotée) et à moindre concentration d'éléments minéraux variés et de polluants organiques divers (détergents, complexants, biocides, pesticides, cosmétiques, médicaments, stupéfiants, etc.). Elles sont également vecteurs hydrauliques de microorganismes (bactéries, virus, protozoaires et moisissures) rejetés notamment par l'homme dans les eaux vannes et par le biais des eaux de lavage. L'analyse complète, physico-chimique et microbiologique, de ces eaux usées urbaines peut être utilisée comme traceur collectif des usages des habitants, mais aussi de leur santé (rejets de médicaments et de microorganismes). On retrouve par exemple des concentrations plus élevées de stupéfiants dans les eaux usées des grandes villes après un jour férié festif ou encore des norovirus en période de gastro-entérite.

L'épuration de ces eaux, bien qu'efficace au regard des normes de rejets, n'est jamais totale. Des résidus de matières organique et minérale ainsi que des microorganismes sont toujours présents dans les rejets traités. Le milieu naturel récepteur poursuit (à moyen terme) l'autoépuration. Mais ce n'est pas toujours suffisant, notamment pour plusieurs types de macropolluants (azote, phosphore), de micropolluants persistants, voire de microorganismes, dont certains peuvent survivre dans le milieu naturel jusqu'au littoral (e.g. norovirus dans les huîtres l'hiver dernier).

## LE PREMIER INDICATEUR LES EXCRÉTIONS DES PERSONNES CONTAMINÉES

De récentes publications scientifiques mentionnent une excrétion significative de l'ARN virale du virus dans les selles des personnes contaminées, parfois avant l'apparition des signes cliniques pour ces personnes. L'excrétion virale par les selles est donc, très probablement, l'origine principale de la présence d'empreintes biomoléculaires du SARS-CoV-2 dans les eaux usées urbaines, ce qui a d'ailleurs déjà été montré pour d'autres coronavirus. Les eaux grises (lavabos, douches, lave-linge, lave-vaisselle, ...) et les eaux de lavage de surface (voiries, équipements de sécurité, ...) véhiculent des sécrétions respiratoires et des traces de salive. Pouvant contribuer ainsi à la présence, possible, de l'ARN du SARS-CoV-2 dans les réseaux d'assainissement.

## SUR LES TRACES DU VIRUS

Les empreintes biomoléculaires du virus SARS-CoV-2 sont aujourd'hui clairement retrouvées dans les eaux usées urbaines brutes (non traitées) de nombreux pays. Les concentrations trouvées en zone largement impactée par le COVID-19, comme en région parisienne par exemple, sont de l'ordre de  $10^4$  à  $10^6$  « copies » (ou « unités génomes ») par litre d'eau usée. Certaines publications ont montré que ces concentrations dans les eaux usées urbaines brutes augmentent avec la croissance de l'épidémie dans la zone de collecte concernée. Toutefois la sensibilité actuelle de la méthode rend encore difficile son utilisation dans des milieux plus dilués comme les eaux naturelles. En effet, la limite de détection actuelle est annoncée à environ  $10^2$  à  $10^3$  par litre d'eau usée.



Les prélèvements effectués dans les stations d'épuration sont un indicateur de l'intensité de la pandémie. Cliché des eaux usées à l'entrée de la station d'épuration de La Folie (gérée par Grand Poitiers - 86)

## LE VIRUS PEUT-IL SURVIVRE DANS LES EAUX USÉES URBAINES ?

Toute la difficulté réside dans le fait que les données sont obtenues par analyse biomoléculaire (RT-qPCR) et que la détection d'ARN viral ne préjuge en rien de l'infectiosité éventuelle de ce qui est détecté. Il n'y a en effet aucune preuve, à ce jour, de la survie du virus SARS-CoV-2 dans les eaux usées. Certains auteurs, considérant le virus comme étant stable plusieurs jours, présumant qu'une eau contaminée pourrait véhiculer le virus sous forme d'aérosols. En général, les coronavirus connus sont décrits comme étant très sensibles, lorsqu'ils sont dans l'eau, à la température, à l'exposition à la lumière, à la présence de matière organique et de micro-organismes antagonistes. En conclusion, il y a des doutes sur la stabilité du virus dans les eaux usées urbaines et sur son infectiosité résiduelle. Dans un récent avis l'Académie des technologies recommande de soutenir des travaux permettant de mieux comprendre si les particules de SARS CoV-2 restent infectieuses dans les eaux usées ou de surface.

## UNE DÉTECTION PRÉCOCE

On peut s'attendre à une généralisation des analyses du matériel génétique du SARS-CoV-2 dans les eaux usées urbaines collectées en tant que moyen simple et rapide de surveillance de sa circulation dans la population (individus symptomatiques ou non). Cette démarche peut permettre la détection précoce des résurgences de la contamination, par exemple en période de « déconfinement ». Sur les conseils de nombreux scientifiques, plusieurs projets et programmes de contrôles vont être menés en France et en Europe sur ce sujet. En France, une coordination des différents projets de suivi des eaux usées est en cours à travers le réseau « Observation Épidémiologique dans les Eaux usées (Obépine) ».

Les spécialistes de l'eau de l'IC2MP étudient la possibilité d'y participer, notamment à travers leurs liens avec les agences de l'eau, pour conduire des prélèvements destinés à établir une cartographie de la présence de SARS-CoV-2 dans les eaux usées urbaines française, pourquoi pas en relation avec d'autres équipes de l'université de Poitiers ?

"Pour la production d'eau destinée à la consommation humaine... le risque sanitaire est extrêmement faible..."

## DES TRAITEMENTS PAS TOUJOURS OPTIMAUX

Certains procédés d'épuration (lagunage, réacteurs biologiques à membrane) sont cités comme pouvant être efficaces vis-à-vis des coronavirus. Toutefois, les opérations de traitement primaire et secondaire classiques (sans désinfection chimique ou par UV) ont une efficacité limitée, puisqu'une réduction de 100 fois seulement (ou 2 log d'abattement) des empreintes virales du SARS-CoV-2 a été constatée dans la majorité des sites étudiés en région parisienne.

Devons-nous nous attendre à retrouver des traces de SARS-CoV-2 dans les eaux de surface ? Il n'y a pas d'information, outre celle qui a été révélée dans les médias le 21 avril 2020 sur les eaux de lavage de voirie à Paris. Ces eaux prélevées dans la Seine et le Canal de l'Ourcq, subissent un simple traitement de dégrillage et de tamisage (sans les « potabiliser » et ont donc pu être légèrement contaminées soit par des rejets d'eaux usées urbaines traitées, soit par des eaux de ruissellement.

## L'EAU POTABLE : UNE DÉSINFECTION BIEN CONTRÔLÉE

Pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (eau potable) à partir de ressources en eau superficielle (rivières, fleuves, étangs, lacs), le risque sanitaire est extrêmement faible, compte tenu de l'efficacité des traitements de désinfection (chloration, ozonation, irradiation UV). Les protocoles de pompage et de traitement des eaux souterraines garantissent également une eau potable exempte de risques.

Enfin, pour les milieux aquatiques, cette crise sanitaire pourrait avoir un impact indirect sur la biodiversité en raison des rejets excessifs de certains désinfectants, détergents et médicaments liés à la lutte sanitaire contre le coronavirus SARS-CoV-2. Le contre-coup sur l'environnement devra être évalué à long terme.



Les prélèvements effectués dans les stations d'épuration sont un indicateur de l'intensité de la pandémie. Cliché La Station d'épuration de la Folie gérée par Grand Poitiers.

Bernard LEGUBE < IC2MP  
Bernard.legube@univ-poitiers.fr

Jérôme LABANOWSKI < IC2MP  
Jerome.labanowski@univ-poitiers.fr

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



# COVID-19 : l'engagement des personnels

La survenue de la pandémie de COVID-19 a brutalement stoppé l'activité des laboratoires et de la Délégation régionale. Disponibles du fait du confinement, des personnels se sont spontanément proposés lorsqu'un appel au volontariat a été lancé pour soutenir le monde médical et para-médical. Trois d'entre eux témoignent.

## CHRISTELLE ROUDAUT

**Ingénieure en Techniques d'analyse chimique**

Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers (IC2MP)

Lorsque l'IC2MP a été désigné laboratoire de fabrication de solution hydro alcoolique (SHA) pour l'ensemble de la Délégation régionale CNRS et toutes les structures de l'Université de Poitiers, j'ai répondu à l'appel à volontaires. Une équipe de quatre à six personnes s'est constituée au labo, se répartissant la manutention de l'éthanol, des bidons vers le réacteur en verre de 250 L. Bien sûr, comme pour toute manipulation de produits chimiques nous étions équipés de blouses, gants, masques et même masques à cartouche. La composition de la SHA est très précise : à l'éthanol s'ajoutent l'eau osmosée, le glycérol et l'eau oxygénée, tout cela dans des propositions très précises réalisées sous hotte. L'homogénéisation de tous les réactifs n'est que de 30 min à l'issue desquelles le SHA a été réparti dans des bidons de 5 à 10 L. La traçabilité de la production devant être assurée, chaque bidon a été étiqueté avec un numéro de lot et une date de fabrication. Après un stockage de 48 h en chambre froide, selon les préconisations de

l'OMS, le SHA était prêt à l'emploi et pouvait être distribué dès la reprise normale d'activité. Une grande partie de la production a aussi été répartie par la FACS vers les professionnels de santé libéraux et les aides domicile.

Cette expérience a paradoxalement créé des liens avec mes collègues alors que nous étions en pleine période de confinement. Alors que nous avions une lourde responsabilité et contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, l'ambiance de travail était détendue et apaisée. Je me suis sentie éminemment utile pendant cette période inédite et compliquée.



## GILLES CHALUMEAU

**Ingénieur mécanicien**

Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E)

Fin mars, je me suis mis à fabriquer des visières de protection avec mon imprimante 3D personnelle. J'en ai donné à ma famille et à mes voisins et comme il m'en restait j'ai appelé mon médecin pour lui demander s'il en avait besoin. Je lui en ai donné une centaine qu'il a distribuées à des confrères, au personnel d'une clinique orléanaise et dans des laboratoires d'analyses. Il m'a même fait faire quelques modifications afin que les

visières soient totalement adaptées au travail de ces personnels de santé. Et puis avec l'aval du Délégué régional, le Réseau des Mécaniciens du campus et 4 laboratoires ont décidé de mettre en commun leurs imprimantes 3D. Le challenge était de ramener toutes les imprimantes dans un seul endroit où une seule personne y allait une fois par jour pendant une heure pour décharger et recharger les imprimantes qui repartaient alors pour un cycle de fabrication de 22 heures. Dès le 27 avril, 400 visières étaient livrées à la FACS qui coordonnait la distribution des 2 000 visières demandées au CNRS.



## VANESSA LARRIGALDIE

**Assistante-ingénieure en biologie, responsable de culture cellulaire**

Immunologie et Neurogénétique Expérimentales et Moléculaires (INEM)

Le 14 avril 2020, l'hôpital d'Orléans a fait appel à des volontaires pour réaliser les « fameux » tests PCR pour le personnel des EHPAD. Confinée chez moi comme tout le monde depuis un mois j'ai tout de suite répondu à cet appel d'avril 2020 ! Je cherchais depuis plusieurs semaines comment me rendre utile. L'hôpital avait besoin de renfort et j'avais ces compétences en extraction d'ARN et de PCR... C'était donc parti pour cette aventure !!

Le 16 avril à 14 h, nous étions 4 personnes CNRS à nous présenter à l'hôpital. Nous avons eu des formatrices hors pair qui nous

ont familiarisé en un temps record aux techniques de lyse et d'extraction d'ARN manuelles et automatiques. Notre quatuor a très bien fonctionné et nous avons en toute autonomie réalisé jusqu'à 200 extractions par jour. Nos postes de travail étaient dans une salle spécialement aménagée pour la crise

où nous étions reconnaissables entre toutes avec nos tenues bleues de bloc opératoire : nous étions « les poussins bleus du pôle biopathologie ». Pour moi qui n'ai connu que l'extraction « classique », tube par tube avec une dizaine d'étapes, les manip par automates ont été une découverte. J'ai vécu cela comme une vraie chance de réaliser des RT-qPCR, avec des kits très simples d'utilisation et des appareils très performants. Mi-mai, ce fut la grande révolution ! L'automate pouvant réaliser 192 extractions en 2 heures est arrivé, d'autres volontaires du CNRS et de l'Université nous ont rejoint et une nouvelle formation a eu lieu pour le dépistage du virus à grande échelle. Quelle satisfaction de contribuer à faire passer notre département dans le « vert » lors des premières phases de déconfinement. Ce n'était plus la petite équipe de volontaires du début certes, mais j'ai rencontré de nouvelles personnes et appris à travailler avec une machine digne des séries télé !

Je garderai beaucoup de cette expérience : des rencontres enrichissantes avec des collègues que je ne connaissais pas auparavant et des techniciennes hospitalières, la fierté d'avoir aidé la communauté à mon petit niveau et aussi le travail avec des technologies dont j'ignorais jusqu'à l'existence.

## UNE ALLIANCE AVEC LE CHR D'ORLÉANS

Dès le début de la crise sanitaire, le CHR d'Orléans a dû adapter son fonctionnement pour répondre rapidement aux besoins de dépistage et de prise en charge des patients atteints du COVID19. Malgré la mobilisation et la réorganisation des équipes du Pôle de Biologie médicale, le personnel des laboratoires ne pouvait répondre seul à cette forte demande. Afin de permettre une réactivité optimale, un renfort humain doté de compétences techniques notamment dans le domaine de la biologie moléculaire était nécessaire.

C'est pourquoi, le CHR, l'Université d'Orléans et le CNRS se sont alliés pour lutter contre le COVID19. Ainsi, une dizaine d'agents volontaires sont venus épauler les agents hospitaliers. Cette collaboration a d'abord débuté dans les locaux du Pôle Biopathologie avant d'être poursuivie dans les locaux de PRIMMO avec l'arrivée de la plateforme de dépistage à haut débit.

Ce travail conjoint réalisé avec un réel esprit d'équipe a permis une mise en commun de compétences techniques pour réaliser un très grand nombre de tests avec un rendu biologique rapide. C'est grâce à cette collaboration exceptionnelle et inscrite dans le futur, que nous avons pu et pourrons continuer à lutter contre le Covid-19.

Direction MGI-Lab : Dr Eric LEGAC

Biologiste : Dr Clémence GUILLAUME

Ingénieurs : Olivier PERCHE, Fabien LESNE



## Un élan de générosité

Lorsque les hôpitaux français ont alerté sur leurs besoins de masques et d'autres matériels pour faire face à la crise sanitaire du coronavirus COVID-19, le CNRS a relayé leur demande auprès de toutes ses unités. Très rapidement, une importante mobilisation s'est mise en place en Centre Limousin Poitou-Charentes comme partout en France.

**1 000** litres d'éthanol, de glycérine, d'isopropanol et de peroxyde d'hydrogène

ont été acheminés depuis Orléans et, Limoges, via ULYSSE, UPR CNRS, prestataire de services en transport et logistique, vers l'IC2MP pour la production de gel hydro-alcoolique

**2 000** litres  
de gel hydro-alcoolique  
ont été produits par l'IC2MP.

**9 000**

extractions d'ARN pour réaliser des tests PCR

ont été réalisés entre le 16 avril et le 11 mai par les 4 volontaires des laboratoires orléanais mis à disposition du CHRO.

**150 à 200**

extractions en moyenne par jour  
et par volontaire au plus fort de la crise

**2 600**

Visières fabriquées,

à Orléans, par 4 laboratoires (CEMHTI, ICMN, ISTO, LPC2E) et le Réseau des mécaniciens et à Limoges dans le cadre d'une collaboration entre l'IRCER et l'IUT du Limousin

## LES LABORATOIRES ONT RÉUNI

pour les établissements hospitaliers

entre le 17 mars et le 2 avril :

**40 000**

Masques

**≈ 80 000**

autres EPI (lunettes, blouses, sur-chaussures)

**135 000**

Gants

**24**

Laboratoires ont contribué à cette collecte

## EN MÊME TEMPS

**Le pôle conseil RH et accompagnement des parcours professionnels**

- Reportait **27** actions individuelles et collectives sur le 2ème semestre 2020.
- Transformait **8** actions prévues en présentiel, en formations à distance.
- Montait **3** actions individuelles à distance.
- Organisait **2** sessions de formation à la gestion de crise pour **20** agents.

**Le service des systèmes d'information**

- Acquerrait et mettait en place **50** licences VPN pour le travail et l'accès à distance des serveurs pour **900** agents du campus orléanais pour un coût global de **13 000 €**.
- Et assurait en présentiel et à distance le soutien aux ASR (Administrateurs Systèmes et Réseaux) des laboratoires.

**Le service patrimoine et logistique**

- Assurait la coordination des accès au campus et aux laboratoires avec le prestataire « sécurité ».
- Préparait le retour aux laboratoires (mise en place de toute la signalétique « mesures sanitaires » dans les zones communes du campus, réimplantation du mobilier du restaurant)
- Finançait pour un montant de **3 500 €** l'installation de **45** distributeurs ou bornes de gel hydro-alcoolique
- Assurait l'approvisionnement de **380 litres** de gel et de **21 000** masques chirurgicaux ou alternatifs pour **22 500 €**





MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR,  
DE LA RECHERCHE  
ET DE L'INNOVATION

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**fête** de la  
**Science**

[fetedelascience.fr](http://fetedelascience.fr)

**2 > 12** octobre

**#FDS2020**