

microSCOOP

Un regard sur les laboratoires en Centre Limousin Poitou-Charentes

Hors-série #19 Fête de la science - octobre 2019

Chimie

DOSSIER SPÉCIAL

Environnement

Des contaminants venus d'ailleurs

Biologie

Courts ou longs télomères ?
Une question de vie ou de mort

Tous concernés !

Énergie numérique : ennemie ou alliée
de l'écologie





4 Environnement

- Des contaminants venus d'ailleurs

6 Biologie

- Fertilité des mâles, une évolution en péril
- Courts ou longs télomères ?
Une question de vie ou de mort
- VIH : améliorer la qualité de vie des patients

12 Chimie - DOSSIER SPÉCIAL

- Chimie douce, céramiques et agroressources au service de la dépollution
- Jussie, le potentiel anti-oxydant d'une envahisseuse
- Une mémoire verrière
- Quand le cancer a une odeur
- Bulles de chimie
- Médecine et alchimie au Moyen Âge

20 Paléontologie

- *Homo luzonensis*, le nouveau cousin des Philippines

22 Culture scientifique

- LuSci : une aventure en Limousin

24 Histoire

- La carte et le territoire du chant grégorien

26 Tous concernés !

- Énergie numérique : ennemie ou alliée de l'écologie ?

microscoop

Un regard sur les laboratoires en Centre Limousin Poitou-Charentes

Mars-avril #19 Fête de la science - octobre 2019



ISSN 1291-8083

Photo couverture : © Istock - Au Philippines, l'accès à l'eau potable est un défi au quotidien.

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 :

Déonie Allen, Frédéric Angelier, Claire Carrion, Marie Collin, Guillaume Daver, Emilie Destandau, Florent Détroit, Vanessa Ernst-Maillet, Sophie Fouchecourt, Jean-Pierre Gazeau, Jean-François Goudesenne, Marie-Aude Hiebel, Laurent Hocqueloux, Jenny Jouin, Charlotte Lecureuil, Pierre Levron, Gaël Le Roux, Olivier Masson, Armand Mijares, Lucile Mollet, Nadia Pellerin, Pauline Poinot, Fabien Rémondrière, Chloé Robin, Géraldine Roux, Anaëlle Simonneau

Imprimeur - Prévost Offset
Impression sur papier Couché Silk PEFC



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



Éditorial

La célébration des 80 ans du CNRS a mobilisé, et mobilisera encore, les laboratoires de notre circonscription qui ont fait preuve d'énergie et d'imagination pour ouvrir leurs recherches à tous les publics, et plus particulièrement, aux jeunes publics. Comme l'a souligné la Présidence du CNRS, les célébrations, quelles que soient les formes qu'elles ont pu prendre, ont contribué à véhiculer le plus largement possible les valeurs qui sont au fondement de notre institution: la liberté de la recherche, l'avancée des connaissances, le travail en équipe, l'excellence scientifique, l'innovation et le transfert, le progrès social, la diffusion de la culture scientifique comme antidote aux contre-vérités et à l'obscurantisme.

Afin d'apporter des réponses aux questionnements des citoyens, toutes les initiatives portées par les scientifiques pour expliquer, informer et renseigner sont indispensables à la compréhension des grands défis de notre société et de notre planète. La rencontre avec les citoyens est donc essentielle et les chercheurs y sont attachés.

La Fête de la Science constitue l'une des plus belles opportunités de rencontre entre les citoyens et les chercheurs en France et se déroulera du 5 au 13 octobre sur tout le territoire. De la conférence d'un soir aux villages des sciences éphémères, chacun devrait trouver l'opportunité d'accéder à la science, de découvrir les recherches qui sont menées dans nos laboratoires et d'enrichir ses connaissances. Microscoop sera distribué aux visiteurs de la Fête de la Science et ils y liront les sciences telles qu'elles sont pratiquées dans les laboratoires.

Par toutes ces actions, je remercie les personnels, qui travaillent dans les laboratoires et au sein de la délégation, chercheuses et chercheurs, ingénieurs et techniciens, qui contribuent ainsi de façon exemplaire à repousser les limites des connaissances.

Ludovic Hamon
Délégué régional



Des contaminants venus d'ailleurs

C'est presque par hasard que des chercheurs ont trouvé des microplastiques dans les hautes montagnes pyrénéennes. La nouvelle, de prime abord déconcertante, apporte aux scientifiques de nouvelles données pour identifier les pollutions issues de nos modes de vie.



La contamination de l'environnement est provoquée par une grande variété de substances rejetées plus ou moins directement dans l'eau, ou bien émises dans l'atmosphère. D'après l'INSEE, ces contaminations représentent un sujet de préoccupation environnementale majeur. Les excès en nitrates, matières organiques (issues de la décomposition des matières vivantes ou dans les eaux usées), micropolluants (pesticides, médicaments, détergents, plastiques) et autres résidus des activités industrielles et domestiques, représentent autant de sources de contamination des milieux aquatiques et aériens. Comprendre comment ces substances sont dispersées dans l'environnement constitue donc un enjeu crucial pour les générations actuelles et à venir.

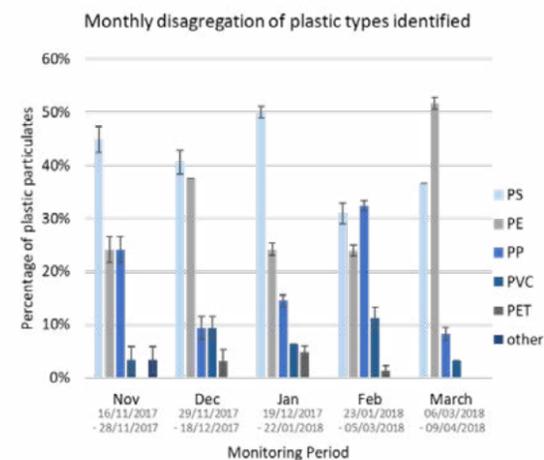
QUAND LA SCIENCE CONTINUE DE NOUS SURPRENDRE

Les chercheurs impliqués dans le projet « *Trace metal legacy on mountain aquatic ecogeochemistry* » (TRAM) veulent comprendre l'origine des contaminations métalliques à l'échelle des bassins versants et en lien avec les activités minières et/ou industrielles plus ou moins locales. Les bassins versants sont les espaces drainés par un cours d'eau et ses affluents.

En Ariège, au cœur des Pyrénées, de nombreuses études interdisciplinaires en écologie et en environnement ont lieu depuis 10 ans au sein de l'Observatoire Hommes-Milieu Haut-Vicdessos*. Plusieurs bassins versants de montagne y sont étudiés. Tourbes, sédiments et dépôts atmosphériques sont collectés pour analyse en salle

blanche. De nombreux paramètres sont suivis dans la zone, par ailleurs labellisée Natura 2000, située à un peu plus de 5 kms du village le plus proche et environ 120 km de Toulouse.

La région est considérée comme relativement préservée des activités humaines actuelles. Elle est inaccessible et éloignée des grandes villes et des centres industriels. L'un des volets de recherches développés dans le projet TRAM consiste à étudier et reconstituer les flux particuliers et dissous historiques à l'échelle d'un petit bassin versant. Pour cela une estimation des précipitations passées à l'aide d'un modèle



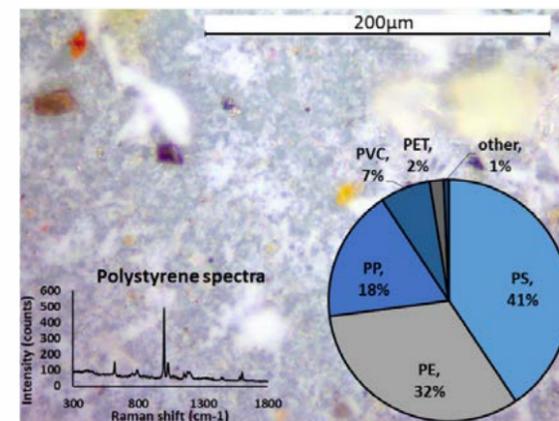
d'érosion a été développé. Cette recherche, initiée par des chercheurs de l'ISTO (CNRS/Univ Orléans/BRGM) et réalisée en collaboration avec des chercheurs des laboratoires Ecolab (CNRS/Univ Toulouse Paul Sabatier/INP Toulouse) et GEODE (CNRS/Univ Toulouse Jean Jaurès), a conduit l'équipe à s'intéresser aux précipitations actuelles, neigeuses et pluvieuses, collectées dans les différentes stations installées sur site. Au-delà des données recueillies sur les métaux, les échantillons collectés ont révélé quelque chose d'inattendu : de fortes teneurs en microplastiques !

"...un dépôt de plus de 365 particules de microplastiques par mètre carré et par jour..."

DES MICROPLASTIQUES EN PLEINE MONTAGNE : POURQUOI LE BUZZ ?

La dispersion du plastique dans l'environnement est un problème mondial de plus en plus important et l'un des principaux défis environnementaux de notre génération. Les microplastiques s'accumulent dans les océans via le transport fluvial de manière globale. Pour les continents, les informations sur leur dispersion et leur devenir sont insuffisantes.

Surpris par la présence de ces microplastiques dans leurs collecteurs, les scientifiques du projet TRAM ont choisi de creuser la question en récoltant des échantillons pendant 5 mois et en déterminant leur type et leur forme. L'article scientifique publié dans *Nature Geoscience* a eu un très fort retentissement auprès des scientifiques comme auprès du grand public ou des médias. Il révèle que les pluies et les neiges contiennent un nombre non négligeable de microplastiques, invisibles à l'œil nu et de moins de 5 mm en taille, dans cette région relativement isolée des Pyrénées. Ils ont décompté un dépôt de plus de 365 particules de microplastiques par mètre carré et par jour, un chiffre comparable à celui mesuré dans de grandes métropoles comme Paris. Une analyse des rétrotrajectoires des masses d'air montre un transport des microplastiques sur plus de 95 kms. Ces données suggèrent le rôle insoupçonné jusque-là du transport atmosphérique dans le cycle global des microplastiques et l'impact sur des zones éloignées des sources de pollution.



Type et abondance des microplastiques retrouvés dans les dépôts atmosphériques et identifiés par spectroscopie Raman :

- PS (polystyrène)
- PE (polyéthylène)
- PP (polypropylène)
- PVC (polychlorure de vinyle)
- PET (polytéréphtalate d'éthylène)
- other (non caractérisé)

D'OÙ VIENNENT LES MICROPLASTIQUES ATMOSPHÉRIQUES ?

L'étude dénombre qu'environ 11 000 particules par an de microplastiques seraient transportées par voie atmosphérique. Les chercheurs ont été davantage surpris par cette densité importante de particules que par la présence même de ces contaminants dans les collecteurs de pluie puisque les microplastiques sont également aujourd'hui retrouvés en Arctique et en Antarctique ! Ils n'ont pas encore aujourd'hui d'explication exacte à fournir pour expliquer ce transport longue distance. Il s'apparente au transport aérien d'autres microparticules plus connues que sont les poussières en provenance du Sahara également retrouvées dans leurs échantillons. Les mécanismes de dépôt dans les sols restent cependant à élucider même si le lessivage par les pluies semble être le plus probable.

Les types de microplastiques détectés dans les Pyrénées sont pour l'essentiel issus de plastiques dits "à usage unique" tels que le polystyrène, le polyéthylène ou le polypropylène. Au cours de l'étude de 5 mois, la plupart des microplastiques ont été retrouvés sous forme de fragments inférieurs à 25-50 µm, mais les échantillons contiennent également des fibres et des films.

ET MAINTENANT ?

De nombreuses thématiques scientifiques s'ouvrent suite à cette étude. Quelles sont les implications sur la santé ? Certains microplastiques sont-ils plus dangereux que d'autres ? En montagne, aucune donnée n'est pour l'heure disponible mais des études dans les métropoles ont montré que la présence de microplastiques dans les poumons pouvait être impliquée dans des maladies chroniques. L'étude des nanoplastiques, produits de dégradations des microplastiques, apparaît d'autant plus pertinente.

De leur côté, les prochaines étapes des scientifiques seront d'étudier d'autres environnements de montagne et d'enrichir la bibliographie sur le sujet en étudiant des phénomènes atmosphériques ponctuels et non plus mensuels. Déterminer précisément l'origine de la masse d'air qui apporte le plastique pour identifier l'origine de l'émanation de ces microplastiques dans les Pyrénées est essentiel.

Les perspectives de recherche sont également d'utiliser ces micropolluants comme de nouveaux traceurs ou fossiles stratigraphiques, marqueurs globaux de l'Anthropocène, dernière période géologique connue et marquée par l'omniprésence des activités humaines. Ils pourraient être retrouvés dans de nombreuses archives naturelles telles que les tourbes, les sédiments ou les sols.

Anaëlle SIMONNEAU < ISTO
anaelle.simonneau@univ-orleans.fr

Déonie ALLEN < EcoLab
deonie.allen@ensat.fr

Gaël LE ROUX < EcoLab
gael.leroux@ensat.fr

www.isto.cnrs-orleans.fr

<https://sites.google.com/site/tracemetallegacy>

<http://w3.ohmpyr.univ-tlse2.fr>

<https://videotheque.cnrs.fr/doc=6321>

* dispositif soutenu par le CNRS et le Labex DRIMM

Fertilité des mâles, une évolution en péril

Trois équipes de la région Centre-Val-de-Loire se sont associées pour mieux comprendre la fertilité des mâles. Le sujet pourrait prêter à sourire s'il n'était pas essentiel pour la préservation des espèces.

Un déclin de la fonction reproductive masculine et une augmentation de la demande des procédures d'assistance médicale à la procréation sont des sujets actuels de santé publique. En agronomie, la maîtrise de la reproduction fait partie intégrante des paramètres d'optimisation de la gestion d'un cheptel. Les sciences de la reproduction s'avèrent également indispensables pour la conservation de la biodiversité. Prévenir ou atténuer la perte d'espèces causée par les activités humaines nécessite de mieux comprendre comment l'environnement exerce un impact sur la reproduction. À l'inverse, le développement de méthodes de contraception ciblée contre des populations d'espèces nuisibles et/ou invasives pourrait permettre leur contrôle.

UN PROCESSUS CONSERVÉ AU COURS DE L'ÉVOLUTION

La formation de spermatozoïdes (spermatogenèse) est un processus complexe impliquant l'expression de nombreux gènes. Près de 2000 gènes différents pourraient être impliqués dans le développement testiculaire et la fabrication des spermatozoïdes. Néanmoins, les réseaux de gènes et les voies de régulation de la spermatogenèse ne sont pas totalement connus. Leur identification pourrait aider à mieux comprendre l'infertilité aussi bien intrinsèque (génétique) que résultant d'effets de l'environnement.



Nid de chenilles processionnaires du pin.

La spermatogenèse est un processus de différenciation des cellulaires germinales relativement similaire même au sein d'espèces animales très différentes. Il est possible que des régulations génétiques soient conservées au cours de l'évolution. Certains mécanismes impliqués dans les processus de base de la production des cellules germinales sont retrouvés au sein d'espèces animales séparées par une grande distance évolutive (insectes et mammifères). On peut illustrer cette conservation évolutive par un exemple concernant le gène Boule. Ce gène, lorsqu'il n'est plus fonctionnel chez la drosophile empêche la production de spermatozoïdes. La spermatogenèse peut être rétablie grâce au gène humain BOULE, démontrant ainsi que la fonction de ce gène a été conservée entre la drosophile et l'humain. Les données disponibles sur de nombreuses espèces animales, comme les espèces d'intérêt agronomique, restent cependant lacunaires et parcellaires dans la littérature.

C'est pourquoi des acteurs de la recherche de 3 laboratoires de la région Centre : l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte*, le laboratoire Physiologie de la Reproduction et des Comportements** et l'Unité de Recherche de Zoologie Forestière*** se sont retrouvés autour d'un projet commun visant à exploiter les bases de données existantes chez certaines espèces. Ils ont pour objectif d'identifier des gènes potentiellement importants pour la fertilité mâle, par une approche de phylogénie moléculaire, chacun dans son modèle d'intérêt : la guêpe *Nasonia*, le coq et la chenille processionnaire du pin.

DÉTERMINER DES LIENS GÉNÉTIQUES DE PARENTÉ

Ce projet se base sur l'hypothèse que, comme dans l'ovaire, les gènes testiculaires conservés au gré de l'évolution des espèces sont d'importance fonctionnelle, en particulier ceux spécifiquement exprimés par la gonade. En effet chez la femelle, à partir de données fonctionnelles disponibles chez la drosophile, une telle approche a permis la découverte de nouveaux gènes d'intérêt pour la fertilité chez les poissons. L'hypothèse des chercheurs est donc que les gènes dont l'expression testiculaire spécifique a été conservée au cours de l'évolution, sont des gènes ayant une fonction importante dans le développement ou la fonction de cet organe pour avoir été conservés au cours de l'évolution.

DES CONCEPTS COMMUNS POUR DES RETOMBÉES PROPRES À CHAQUE ESPÈCE

L'évaluation de la conservation des gènes par une approche phylogénétique faite à partir d'une liste de gènes issus des données fonctionnelles et d'expression disponibles (dans les principales banques de données scientifiques) est centrale.

Ces gènes sont choisis pour leur rôle démontré dans la reproduction chez la drosophile et/ou chez la souris mais ils ne sont pas décrits dans toutes les espèces. Ce sont donc des gènes nouveaux au regard des espèces d'intérêt étudiées, dans ce projet (guêpe parasitoïde, processionnaire du pin et coq).



Mâle de *Nasonia vitripennis* (insecte hyménoptère parasitoïde).

"... des gènes conservés entre invertébrés et vertébrés... potentiellement impliqués dans la régulation de la fertilité mâle."

Les biologistes ont ainsi établi une liste de 379 gènes en répertoriant les drosophiles présentant une mutation génétique connue qui étaient infertiles ou stériles. Des séquences d'ADN phylogénétiquement proches (des orthologues) de ces gènes ont été retrouvés pour 83% de ces gènes chez au moins un vertébré, un taux de conservation deux fois supérieur à celui du génome entier. A partir des données d'expression disponibles chez la souris, les chercheurs ont sélectionné des gènes fortement conservés entre invertébrés et vertébrés et potentiellement impliqués dans la régulation de la fertilité mâle.

Le consortium des 3 laboratoires utilise une méthodologie et des concepts communs pour accéder à de nouvelles données sur la fonction de reproduction mâle, avec des retombées pour chacune des espèces, répondant à une problématique socio-économique spécifique à chaque partenaire.

Dans le cadre des travaux de l'IRBI, et des politiques visant à renforcer les pratiques agro-écologiques, l'usage ou le maintien des auxiliaires de culture est un véritable atout. C'est le cas des hyménoptères parasitoïdes qui jouent un rôle crucial dans le contrôle des populations d'autres insectes, notamment les ravageurs de cultures ou ceux détruisant les stocks de graines. La petite guêpe *Nasonia vitripennis*, dont le génome a été séquencé, est un bon modèle d'étude qui vise à analyser les conséquences écologiques d'une hypofertilité mâle due à des contraintes environnementales liées aux changements climatiques globaux et à la pollution chimique.

Les enjeux de l'Unité de recherche de Zoologie Forestière sont tournés vers les insectes ravageurs. Elle développe des recherches sur les mécanismes qui régissent les populations d'insectes exotiques ou en expansion. Le développement de méthodes de contraception ciblée permettrait, en contrôlant leur fécondité, de réduire leur propagation. Cette étude s'intéresse à la chenille processionnaire du pin, un modèle

phare du laboratoire sur lequel l'URZF a acquis une position de leader sur différents axes de recherche (réchauffement climatique et populations en expansion) couvrant plusieurs disciplines (écologie, physiologie, génétique et modélisation), en partenariat étroit avec un réseau important d'acteurs régionaux.

Le laboratoire Physiologie de la Reproduction et des Comportements a choisi d'orienter ses travaux sur l'espèce aviaire (le poulet). Une meilleure connaissance des gènes contrôlant la fonction de reproduction chez cette espèce pourra fournir une aide supplémentaire pour mieux sélectionner les animaux, par exemple avec de nouveaux marqueurs de fertilité. En effet, la forte industrialisation des filières avicoles a entraîné une hyperspécialisation biologique phénotypique (selon les critères zootechniques) des lignées d'élevage, avec des conséquences délétères inattendues sur la reproduction : diminution de la phase de reproduction des mâles et altération de la qualité des gamètes chez les lignées chair lourdes mais aussi chez certaines lignées de ponte.

La démarche combinée d'identification de gènes majeurs par phylogénie suivie de la validation expérimentale de leur fonction va être réalisée pour les 3 espèces d'intérêt de ce projet. Elle pourra, dans le futur, être utilisée dans d'autres espèces pour améliorer les connaissances concernant la biologie de la reproduction et potentiellement répondre à des problématiques de santé publique, de gestion de la biodiversité ou d'agronomie.



Le laboratoire PRC a choisi d'orienter ses travaux sur l'espèce aviaire.

Charlotte LECUREUIL < IRBI
charlotte.lecureuil@univ-tours.fr

Sophie FOUCHECOURT < PRC
sophie.fouchecourt@inra.fr

Géraldine ROUX < URZF
geraldine.roux@inra.fr
<https://irbi.univ-tours.fr>

* IRBI - UMR7261 CNRS/Université de Tours

** PRC - UMR7247 CNRS/Université de Tours/INRA Val de Loire/IFCE

*** URZF - INRA Val de Loire

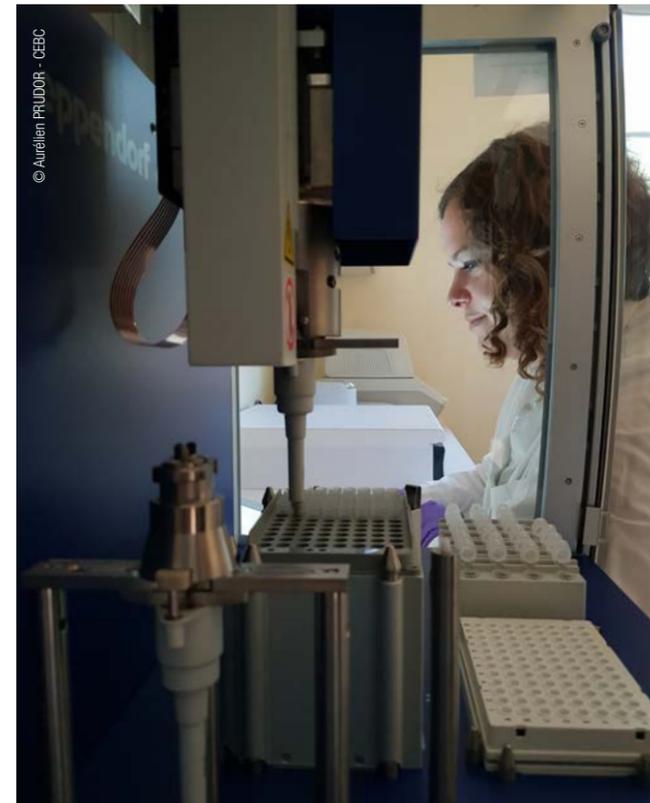
Courts ou longs télomères ? Une question de vie ou de mort

Les télomères sont les extrémités des chromosomes. Reconnus comme des marqueurs pertinents du vieillissement, ils sont de plus en plus utilisés afin de répondre à des questions écologiques. Le Centre d'Études Biologiques de Chizé a développé une plate-forme d'analyses spécialisée dans la mesure et l'interprétation écologique de leur longueur.

En 2009, Elizabeth Blackburn, Carol Greider et Jack Szostak recevaient le prix Nobel de Physiologie pour leur découverte des télomères, des séquences répétées d'ADN non-codant situées à l'extrémité des chromosomes. Depuis ces travaux pionniers, leur étude a fait l'objet d'une recherche assidue en biomédecine. Ainsi, il a été démontré que les télomères se raccourcissent naturellement lors de la vie des individus. Ce raccourcissement est non seulement accéléré par un mode de vie stressant, mais il est également associé à l'apparition de nombreuses maladies et à une mortalité précoce chez l'Homme.

UN MARQUEUR MOLÉCULAIRE FIABLE DE LA QUALITÉ INDIVIDUELLE

Le Centre d'Études Biologiques de Chizé (CEBC, UMR 7372, CNRS/La Rochelle Université) a entrepris de transcrire ces connaissances biomédicales vers les disciplines écologiques et environnementales en étudiant les télomères chez les vertébrés sauvages. Un paradigme en écologie est l'existence d'une hétérogénéité individuelle parfois extrême au sein d'une population. En effet, certains individus sont capables de vivre extrêmement vieux et de produire de nombreux descendants. D'autres disparaissent rapidement de la population en



Plateforme d'analyses biologiques du CEBC, spécialisée dans la mesure de la longueur des télomères chez les animaux sauvages.

laissant peu ou pas de descendants. Cette hétérogénéité individuelle est cruciale à prendre en compte en écologie évolutive car elle peut notamment affecter les processus démographiques et la sensibilité des populations aux changements environnementaux actuels. Cependant, il existe peu de marqueurs fiables de cette qualité individuelle. Mesurer précisément cette hétérogénéité individuelle représente donc à l'heure actuelle un défi majeur en écologie. L'objectif du CEBC est de tester si la longueur des télomères peut être un "outil moléculaire" adapté pour estimer cette qualité individuelle et, le cas échéant, d'utiliser cet outil pour répondre à des questions écologiques.

L'ALBATROS, UNE ÉTUDE DE CAS

Pour tester la fiabilité de la longueur des télomères à représenter la qualité des individus, les chercheurs ont étudié une population d'albatros à sourcils noirs de l'archipel des Kerguelen dans l'Océan Austral. Cette population fait l'objet d'un suivi démographique quasiment unique depuis plusieurs décennies : chaque poussin est bagué et suivi par la suite durant l'ensemble de sa vie. Il est ainsi possible de connaître précisément la durée de vie d'un albatros et le nombre de descendants qu'il produit lors de sa vie. En 2004, les biologistes ont capturé et mesuré la longueur des télomères de près de soixante albatros. Conjointement, ils ont obtenu plusieurs indices comportementaux (capacité à acquérir de la nourriture), morphologiques (taille) et physiologiques (niveaux de stress) de la qualité individuelle. Suite à cette campagne d'observation et de prélèvements, ils ont également suivi ces individus annuellement de 2004 à 2013 afin de mesurer leur longévité et le nombre total de descendants qu'ils ont produit lors de cette décennie.

"... comprendre les processus
déterminant la qualité
des individus..."

Cette étude a tout d'abord démontré qu'il existait une très forte variabilité inter-individuelle dans la longueur des télomères des albatros : indépendamment de leur âge, certains oiseaux pouvaient présenter des télomères 25 % plus longs que ceux d'autres individus. Par ailleurs, ceux possédant de longs télomères étaient identifiables par des caractéristiques particulières : ils étaient grands, se nourrissaient efficacement et étaient peu stressés. Enfin, ces derniers étaient également ceux produisant le plus de poussins au cours de la décennie suivant les mesures. Ainsi, la longueur des télomères apparaît comme marqueur moléculaire fiable de la qualité des albatros et par extension des vertébrés sauvages.

LES ALBATROS INEXPÉRIMENTÉS PRODUISSENT DES POUSSINS DE "MAUVAISE" QUALITÉ

Ces résultats démontrent que les télomères peuvent donc être un indicateur de la qualité individuelle des albatros. L'identification de cet outil



La colonie d'étude des albatros à sourcils noirs se situe dans un canyon abrupt sur les îles Kerguelen dans les quarantièmes rugissants. Les oiseaux y sont bagués et suivis annuellement depuis les années 70.

moléculaire ouvre donc des perspectives nouvelles pour comprendre les processus déterminant la qualité des individus chez les vertébrés sauvages. À titre d'exemple, les biologistes ont utilisé cette technique afin de déterminer l'impact des conditions environnementales rencontrées au cours du développement sur la qualité des albatros. Ainsi, de 2012 à 2014, ils se sont rendus sur la colonie d'Albatros à sourcils noirs de Kerguelen où ils ont échantillonné une cinquantaine de poussins juste avant leur départ du nid. Ces poussins avaient été élevés par des parents possédant une expérience très contrastée dans l'élevage des jeunes (parents âgés de 7 à 30 ans). Certains couples étaient donc totalement inexpérimentés tandis que d'autres, beaucoup plus expérimentés, s'étaient reproduits ensemble de nombreuses fois auparavant. En mesurant la longueur des télomères de ces poussins, les chercheurs ont mis en évidence que les parents inexpérimentés produisaient des poussins avec des télomères raccourcis. La démonstration à l'aide de

cet outil moléculaire que l'âge des parents et l'expérience impactaient fortement la qualité de leurs descendants est donc faite.

Suite à ces travaux, l'objectif est maintenant de déterminer plus précisément les facteurs environnementaux qui peuvent accélérer, ou au contraire ralentir, le raccourcissement des télomères. Les scientifiques pourraient mieux appréhender dans les années à venir l'impact des changements environnementaux actuels sur les populations de vertébrés sauvages.

Frédéric ANGELIER < CEBC
frederic.angelier@cebc.cnrs.fr
www.cebc.cnrs.fr

VIH : améliorer la qualité de vie des patients

Depuis une vingtaine d'années, les traitements disponibles contre le VIH contrôlent efficacement le virus. L'espérance de vie des personnes vivant avec le VIH est proche de celle des individus non infectés. Malgré tout, elles présentent souvent une inflammation chronique et leur système immunitaire semble vieillir prématurément. Un dysfonctionnement du processus biologique appelé "autophagie" pourrait en être la cause.



Phase d'analyse informatique des 20 000 nano-gouttes pour la quantification des réservoirs de VIH.

RECYCLAGE ET DÉTOXIFICATION

Initialement découverte en 1962, l'autophagie a été mise à l'honneur en 2016 par le prix Nobel d'Y. Ohsumi. C'est une fonction indispensable dont dispose chaque cellule. Elle lui permet de recycler des composés dont elle n'a plus besoin et d'éliminer certaines toxines dangereuses pour sa survie. Sans cela, la cellule vieillirait prématurément. Pour s'adapter au milieu extérieur ou pour se protéger, elle peut également augmenter son niveau d'autophagie. C'est ce qui se passe lorsqu'elle vient à manquer de nutriments : elle s'accommode de ces conditions de survie néfastes en dégradant des éléments intracellulaires qu'elle va recycler afin de produire ceux nécessaires à ses fonctions vitales.

L'autophagie a également un rôle important dans les cellules cancéreuses qui tenteront d'éliminer des constituants défectueux ou potentiellement toxiques, voire de se détruire par auto-digestion, afin de protéger l'organisme entier. Enfin, la cellule peut aussi détruire les virus qui l'auraient infectée. Comme toutes les autres cellules de l'organisme, celles du système immunitaire ont besoin de cette activité d'autophagie. De nombreuses pathologies sont toutefois associées à son dysfonctionnement : c'est le cas dans l'infection par le VIH. En effet, lorsque le virus n'est pas contrôlé par le traitement antirétroviral, il empêche l'autophagie de fonctionner, ce qui le protège de la destruction. Mais que se passe-t-il, sous traitement efficace, lorsque le virus n'est plus présent dans la circulation sanguine ?

UN SYSTÈME IMMUNITAIRE "QUASI" NORMAL

Plus de 80 % des personnes vivant avec le VIH, suivies médicalement et ayant un traitement efficace, n'ont donc plus de virus détectable dans le sang. Mais du virus reste caché dans des "réservoirs". Ce virus caché oblige le patient à prendre son traitement "à vie". Si l'action exercée par les antirétroviraux est arrêtée, il peut de nouveau être produit à partir de ces réservoirs et se multiplier de façon très importante, altérant ainsi la santé du patient.

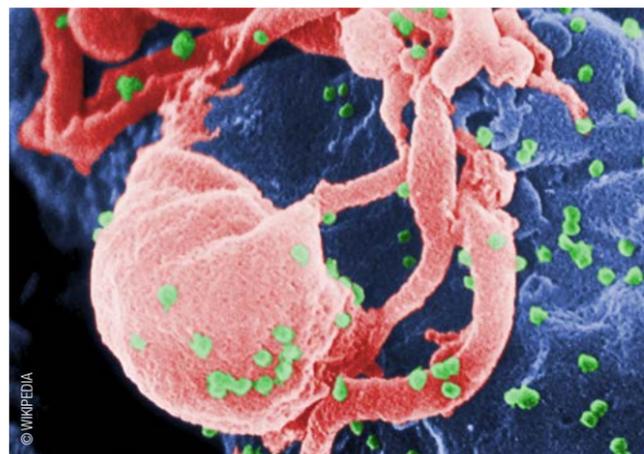
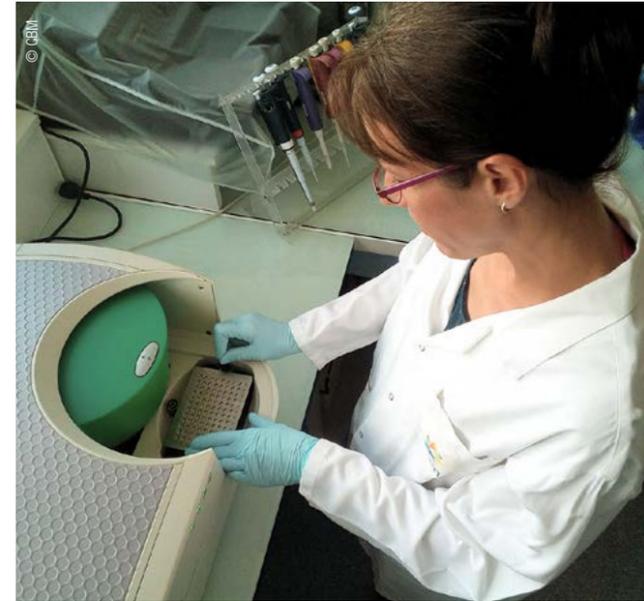


Image de microscopie électronique, montrant de nombreux virus VIH (vert) en cours d'assemblage et de bourgeonnement, depuis un lymphocyte en culture.



Quantification des réservoirs de VIH par la technique de PCR en gouttelettes : le mélange réactionnel aqueux est placé dans un générateur de gouttelettes qui y ajoute de l'huile sous agitation. Ceci permet la formation de gouttelettes au sein d'une émulsion. Dans un thermocycleur, une PCR est réalisée dans chacune des 20 000 nano-gouttes obtenues. Leur analyse dans ce lecteur de gouttes déterminera la quantité de virus "latent" (caché) présent dans le mélange initial.

Sous traitement, sans virus circulant, le système immunitaire n'est en théorie plus sollicité. Il devrait donc être au "repos", comme le serait le système immunitaire des personnes non infectées. Pourtant, même après une longue suppression du virus sous traitement, il est constaté que les personnes vivant avec le VIH présentent un vieillissement prématuré de leur système immunitaire. Elles présentent un état inflammatoire chronique qui pourrait être à l'origine d'un sur-risque de troubles métaboliques (diabète, maladies cardiovasculaires) ou encore de certains cancers. Les chercheurs pensent qu'il pourrait exister un lien entre ces problèmes d'inflammation et de vieillissement prématuré et une altération de l'autophagie. C'est ce que le Centre de Biophysique Moléculaire (CBM, UPR4301) et des cliniciens du service des maladies infectieuses et tropicales du Centre Hospitalier Régional d'Orléans (CHRO) cherchent à mettre en évidence.

"...fatigue prématurée... et... inflammation... liées à un dysfonctionnement de l'autophagie."

ALTÉRATION DE L'AUTOPHAGIE DANS LES CELLULES IMMUNITAIRES

À ce jour, deux études pilotes indépendantes montrent une perturbation de l'autophagie dans les cellules sanguines de patients infectés et sous traitement depuis plusieurs années : celle d'une collaboration entre Montpellier (UMR 9004 - CNRS / UM) et Barcelone, et celle des chercheurs du CBM associés aux cliniciens du CHRO. La collaboration franco-espagnole a montré que l'autophagie était particulièrement altérée au niveau des lymphocytes T CD4, à la fois cible du virus et chef d'orchestre de la réponse immunitaire, chez 31 patients infectés par le VIH et traités efficacement depuis au moins deux ans. Dans l'expérience orléanaise, les 27 patients étaient sous traitement efficace depuis au moins huit ans et présentaient une altération majeure dans la chaîne de synthèse (création) des molécules nécessaires à la mise en place

de l'autophagie. Les chercheurs du CBM et les cliniciens du CHRO ont donc posé l'hypothèse que la fatigue prématurée du système immunitaire et l'inflammation chronique dont souffrent les patients traités, pourraient être liées à un dysfonctionnement de l'autophagie.

ATGALIG-HIV, LE NOUVEAU PROJET ORLÉANAIS

Une nouvelle étude*, approuvée en mars par le CPP, Comité de Protection des Personnes, et soutenue par le COREVIH (Comité de Coordination Régionale de lutte contre le VIH) Centre-Val de Loire débutera en septembre 2019. Elle comparera l'autophagie dans les cellules sanguines de deux groupes de volontaires : le premier constitué de patients séropositifs pour le VIH, ayant une charge virale indétectable depuis au moins 4 ans et suivis au CHRO, et le second, de donneurs de sang de l'EFS (Etablissement Français du Sang) non infectés par le VIH.

Les membres du groupe "Signalisation cellulaire" du CBM isoleront, à partir d'un prélèvement sanguin, les différents types de cellules qui constituent le sang. Puis ils regarderont si les principales molécules de l'autophagie y sont correctement produites et si le processus d'autophagie fonctionne normalement. Ils évalueront ensuite le niveau d'activation et de fatigue du système immunitaire au sein de la plateforme de cytométrie et d'imagerie du CBM "P@CYFIC", grâce à la quantification de marques spécifiques à la surface des cellules. Ils obtiendront des données sur le niveau d'inflammation des volontaires grâce à la mesure du niveau de production de molécules d'inflammation dans le sang. Enfin, chez les patients traités efficacement le virus est indétectable dans le sang, mais une petite quantité de virus reste latent (sous une forme cachée) dans des réservoirs. Pour quantifier ces virus cachés, il faut maîtriser des technologies relativement sensibles que détient le CBM avec un instrument réalisant des "PCR en gouttelettes"**. Cet appareil mesurera la quantité de virus présente dans les réservoirs de chaque patient.

Si l'hypothèse du lien entre autophagie et inflammation / vieillissement prématuré du système immunitaire est confirmée, la réactivation de l'autophagie chez les patients vivant avec le VIH serait une piste thérapeutique intéressante. Le rétablissement d'un processus d'autophagie efficace pourrait concourir à diminuer l'inflammation chronique et revigorer le système immunitaire des patients.

* Pour le projet ATGALIG-HIV, le CBM et le service des maladies infectieuses et tropicales du CHRO collaborent avec l'Institut RIGHT (UMR 1098 INSERM/Université de Besançon), le LIFO (Laboratoire d'Informatique Fondamentale d'Orléans) et le site orléanaise de l'Institut Denis Poisson (UMR 7013 CNRS/Université d'Orléans/Université de Tours).

Lucile MOLLET < CBM
lucile.mollet@cnrs-orleans.fr

Chloé ROBIN < CBM
chloe.robin@cnrs-orleans.fr

Laurent HOCQUELOUX < CHR Orléans
laurent.hocqueloux@chr-orleans.fr

www.cbm.cnrs-orleans.fr

** cet appareil a été acquis lors d'un précédent projet commun de recherche entre le CBM et le CHRO avec le soutien financier du Département du Loiret.

LE DOSSIER - Chimie !

En 2018-2019, une action pilote nationale de formation destinée aux professeurs des collèges et lycées conçue pour enrichir et tenir à jour leur culture scientifique en chimie a eu lieu un peu partout en France. Elle entraine dans le cadre de « L'année de la chimie de l'Ecole à l'Université » lancée par le Ministère de l'Education nationale avec le CNRS. Des laboratoires de Poitiers, Limoges et Orléans ont participé à cette opération. Pour élargir cette promotion de la chimie vers un plus large public, Microscop consacre les pages suivantes à leurs travaux.

Chimie douce, céramiques et agroressources au service de la dépollution

Pollutions industrielles, sécheresses plus fréquentes et activités humaines intensives menacent fortement la qualité et l'accès à l'eau potable pour une grande partie de la population mondiale. La filtration et la dépollution des eaux usées deviennent donc un enjeu primordial.

Les rejets des usines, de l'agriculture intensive et les traces de médicaments à usage humain ou vétérinaire (antalgiques, contraceptifs, antibiotiques...) dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre à la consommation. Traiter l'eau polluée pour éviter les effets à long terme (renforcement de l'antibiorésistance des bactéries, atteinte environnementale...) nécessite des stations d'épuration performantes au sein desquelles il faut acheminer l'eau puis la redistribuer. Dans de nombreuses situations aux quatre coins du globe ces solutions ne sont pas viables et il convient donc de proposer des réponses relativement simples à mettre en œuvre tout en garantissant un haut niveau de performance.

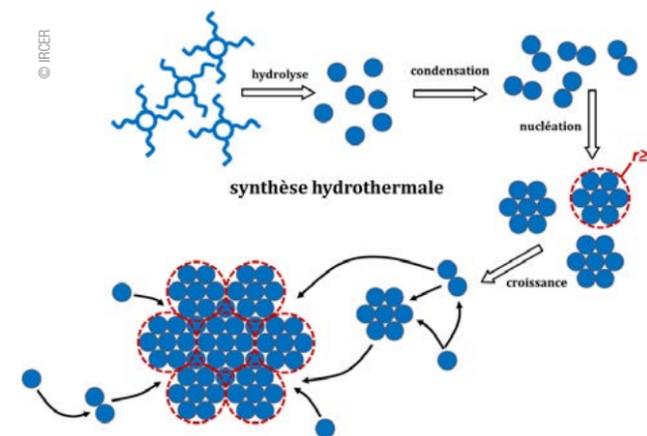
C'est dans ce contexte que l'IRCER et l'Institut de technologie Iligan de l'Université d'Etat de Mindanao aux Philippines ont travaillé sur le développement de filtres actifs innovants combinant des agroressources locales philippines et une céramique aux propriétés dépolluantes. Les filtres imaginés se proposent de valoriser des produits connexes à l'exploitation agricole des Philippines, à savoir les fibres de coco, de bambou, voire même des fibres de coton. En plus de leur aptitude à filtrer les plus grosses particules, la cellulose qui les constitue présente une bonne compatibilité chimique avec les céramiques oxyde et permet d'envisager la fabrication d'un matériau composite. Le choix de la céramique s'est porté sur l'oxyde de zinc (ZnO), dont les propriétés antibactériennes sont bien connues. Celles-ci sont activées par le rayonnement ultra-violet et sont d'autant plus fortes que les particules de ZnO sont petites. Mais il est dangereux de manipuler des poudres de taille nanométrique, ce qui pose un problème pour leur utilisation sous forme pulvérulente. Cette difficulté est cependant levée lorsque les particules sont immobilisées sur un substrat, ce qui est le cas du composite fibre/ZnO proposé dans cette étude.



Aux Philippines l'accès à l'eau potable est un défi au quotidien

Le défi de la fabrication de tels systèmes consiste à être capable de déposer de façon pérenne des composants céramiques, généralement préparés à haute température (~1000°C) sur des fibres naturelles ne supportant pas d'être chauffées. C'est ici qu'interviennent les avantages de la chimie douce, une chimie bioinspirée des processus naturels de polymérisation basse température. Celle-ci permet d'obtenir des nanomatériaux de taille et de forme contrôlées.

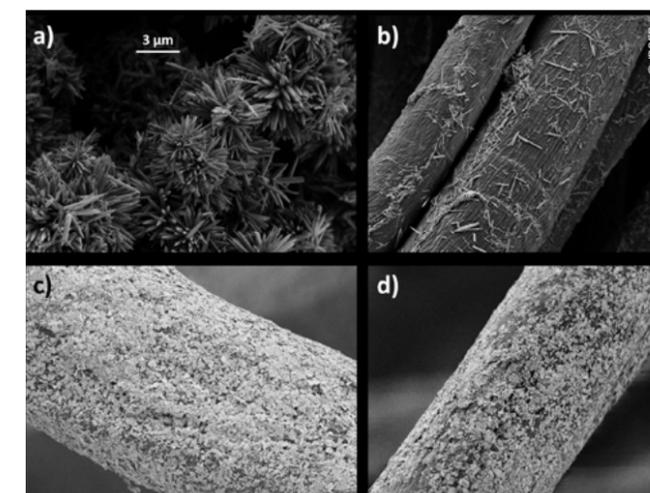
Dans cette collaboration franco-philippine, la voie hydrothermale, dont le principe est résumé ci-contre, a été privilégiée. En effet, l'utilisation de l'eau comme milieu de synthèse permet de s'affranchir du recyclage de solvants pouvant être onéreux et/ou toxiques. Dans ce procédé, des sels organiques ou inorganiques, voire organométalliques sont hydrolysés (réaction avec l'eau) en milieu basique, puis se condensent, formant un réseau inorganique d'hydroxyde de zinc. Au terme de la déshydratation de Zn(OH)₂, il se forme des germes de ZnO (nucléation) qui se



Présentation schématique des étapes d'une synthèse hydrothermale.

déposent sur la fibre initialement présente dans le milieu de synthèse. En fonction du sel choisi et de sa concentration, de la température et du temps de réaction, les particules vont adopter des formes variées et recouvrir progressivement la surface des fibres. Par exemple, dans des conditions fortement alcalines et de nucléation homogène les particules libres de ZnO tendent à former des structures originales ressemblant à des oursins. En revanche, la présence d'une surface étrangère va favoriser une nucléation hétérogène donnant naissance à des formes différentes (aiguilles, plaquettes).

Après optimisation des paramètres de synthèse les fibres de coton sont largement recouvertes de nanoplaquettes de ZnO. Il a fallu vérifier la bonne adhérence du dépôt lors de l'immersion du composite dans l'eau, ou même sous des conditions plus agressives obtenues lors d'un lavage aux ultrasons. Ceci permet d'éliminer tout risque de relargage dans le milieu lors de l'utilisation du filtre. L'activité photocatalytique du composite ZnO/coton a été analysée à partir du test de dégradation d'un colorant organique en solution aqueuse (5 ppm), ici le bleu de méthylène de formule C₁₆H₁₈ClN₃S, et comparée à celle d'une poudre de ZnO pure. Il suffit de 30 minutes d'illumination de rayonnement UV pour que 97% du bleu de méthylène soit dégradé par 1 mg de poudre



Particules de ZnO supportées ou non par des fibres de coton. a) libres, b) sous forme d'aiguilles en petite quantité, c) sous forme de plaquettes en grande quantité, d) après traitement aux ultrasons.

de ZnO pure, alors que dans le même temps 1 mg de composite en a dégradé quatre fois moins. Ce résultat doit être néanmoins rapporté à la quantité de ZnO réellement présente dans le composite, qui est 200 fois plus faible que dans le cas de la poudre commerciale. L'activité photocatalytique de ZnO dans le composite est donc très élevée et permet de fonctionner en utilisant des quantités très faibles de céramique active et de réduire d'autant plus l'impact écologique. Les performances de ce composite permettent d'envisager son intégration au sein de systèmes autonomes activés par le rayonnement solaire.

Fabien RÉMONDIÈRE < IRCER
fabien.remondier@unilim.fr

Olivier MASSON < IRCER
olivier.masson@unilim.fr

Jenny JOUIN < IRCER
jenny.jouin@unilim.fr

www.ircer.fr

Jussie, le potentiel anti-oxydant d'une envahisseuse

Les plantes et fleurs des chemins, des prés, des sous-bois ou même des étangs n'ont pas toutes révélé leur potentiel. Ce sont les chimistes qui, à la recherche de nouveaux composants naturels, en extraient des molécules dites d'intérêt pour la médecine ou la cosmétique.

La flore du Centre-Val de Loire est particulièrement remarquable avec près de 1 600 espèces indigènes ou naturalisées, dont plus de 350 sont menacées. Cette grande richesse naturelle présente un intérêt pour des activités à caractère économique et commercial car c'est une source encore peu étudiée de molécules actives ou de précurseurs avancés de molécules biologiquement actives. Cependant, ce réservoir végétal reste fragile et une connaissance approfondie des sites naturels, des écosystèmes et des plantes est nécessaire afin de s'inscrire dans un contexte respectueux des règles de préservation de l'environnement.

QUATRE PLANTES EN LIGNE DE MIRE

L'objectif global de ce projet est la mise en place d'une économie circulaire vertueuse avec des acteurs socio-économiques et académiques locaux. L'étude est basée sur 4 groupes de plantes représentatifs des problématiques actuelles telles que la gestion de la prolifération d'espèces exotiques envahissantes ou invasives avec la Jussie et le Souchet, la valorisation de plantes communes telles que l'iris, l'étude et la conservation de plantes rares et menacées (*Arnica Montana* et Fluteau nageant) ou encore les modalités d'utilisation de plantes comme agent de repeuplement en génie écologique (filiales de production de plantes d'origine locale). Le choix des plantes à étudier lors du projet s'est basé sur un

travail bibliographique soigné effectuée par une étudiante du master Bioactifs et Cosmétique de l'université d'Orléans au cours de son stage de fin de master financé par le programme ARD 2020 Cosmétosciences.



La Jussie colonise aujourd'hui toutes les régions de France et plus particulièrement les milieux humides.

LE CAS DE LA JUSSIE LUDWIGIA GRANDIFLORA

Arrivée des états-Unis en 1820 et introduite dans le Sud de la France pour son aspect ornemental, la Jussie colonise aujourd'hui toutes les régions de France et plus particulièrement les milieux humides proches d'eaux stagnantes. Son importante capacité de colonisation a attiré l'attention des chimistes car elle peut être due à un contenu moléculaire particulier qui l'aiderait à se développer si rapidement au détriment d'autres plantes indigènes des zones humides.

DE LA PLANTE À LA MOLÉCULE

Les acteurs naturalistes (CBNBP, FNE Centre Val de Loire, ARB) ont alors eu pour priorité de valider des protocoles et des sites de récoltes en accord avec la législation en vigueur. En effet, la récolte de la Jussie doit être menée avec précaution car en aucun cas il ne doit y avoir de risque de dissémination du végétal qui accentuerait sa propagation. Les premières campagnes de prélèvement ont eu lieu sur les bords de Loire où la Jussie prolifère.

Après séchage et broyage, les différents organes récoltés (feuilles, fleurs) sont extraits par des méthodologies écoresponsables telles que l'extraction assistée par micro-ondes, l'extraction par un fluide pressurisé ou l'extraction assistée par ultrason qui permettent d'obtenir de bon rendement d'extraction tout en consommant peu de solvant et peu d'énergie car les extractions se font rapidement. Des solvants "verts" non toxiques pour l'homme et l'environnement seront privilégiés. La répétabilité de l'extraction est également un point important afin de pouvoir reproduire des extraits de composition identique. Ainsi l'extraction assistée par ultrasons avec un mélange Eau/Ethanol a donné des résultats intéressants avec de bons rendements d'extraction (d'environ 30 % d'extrait sec par rapport la masse sèche de végétal initiale), en un temps raisonnable d'une heure. L'extraction a été répétée 6 fois afin de contrôler la répétabilité des résultats obtenus.

Les extraits sont ensuite analysés en premier lieu par des méthodes d'analyse simples et rapides telles des dosages colorimétriques de familles molécules totales (sucre, composés phénoliques, flavonoïdes,

tanins), ainsi que par des méthodes de chromatographie sur couche mince (HPTLC) ou de chromatographie en phase liquide (HPLC). Elles permettent de séparer les molécules dans une famille donnée pour avoir une cartographie complète du contenu moléculaire de chaque extrait et ainsi pouvoir facilement comparer ces extraits en terme de richesse moléculaire (nombre et abondance des molécules) ou de mettre en évidence une famille moléculaire d'intérêt. Puis une analyse plus complète est menée en utilisant la spectrométrie de masse pour mesurer la masse moléculaire des molécules et ainsi d'en déterminer une formule brute. Des propositions de structures moléculaires peuvent alors être faites en accord avec des bases de données ou avec ce qui est déjà décrit dans la littérature. En combinant les informations obtenues par ces analyses complémentaires les chimistes de l'Institut de Chimie Organique et Analytique (ICOA, UMR 7311 CNRS/université d'Orléans) ont mis en évidence que la Jussie contenait une forte concentration en composés phénoliques, flavonoïdes et tanins reconnus notamment pour leurs propriétés anti-oxydantes.

"Une importante biomasse est disponible et sa récolte limiterait sa propagation..."

Afin de vérifier l'activité anti-oxydante des extraits, suggérée par leur composition phytochimique, des tests colorimétriques avec différents réactifs ont été menés. En fonction de l'activité anti-oxydante de l'extrait, les réactifs changent de couleur ce qui permet par une mesure de l'absorbance à la longueur d'onde adaptée de chaque puits de la plaque de mesurer cette activité. Ainsi l'ICOA a confirmé que la Jussie avait un fort potentiel antioxydant équivalent à celui de la molécule témoin Trolox pour une concentration d'extrait de Jussie de 1 mg/mL. Des premiers résultats obtenus avec des tests plus spécifiques que les tests colorimétriques chimiques corroborent l'activité anti-oxydante de la Jussie. Le potentiel de valorisation de la Jussie a été clairement établi. Une importante biomasse est disponible et sa récolte limiterait sa propagation et ainsi rétablirait un écosystème végétal en péril. Les extraits de fleurs et feuilles contiennent une forte quantité de composés phénoliques, flavonoïdes et tanins et présentent une forte activité anti-oxydante qui protégeraient les cellules face aux radicaux libres. Ces extraits pourraient ainsi trouver de l'intérêt dans plusieurs secteurs industriels tels que la cosmétique, les compléments alimentaires, ou la nutrition animale.

LOCAFLORE CVL, labélisé par le pôle DREAM Eau & Milieux est un projet recherche (APR-IR) de la Région Centre-Val de Loire. Il consiste en l'étude et la valorisation de la biodiversité végétale en faisant interagir de nombreux partenaires :
- des structures gestionnaires (Agence Régionale de la Biodiversité animateur de l'Observatoire régional de la biodiversité, le Conservatoire botanique national du Bassin parisien, France Nature Environnement Centre-Val de Loire), travaillant pour la connaissance et la gestion des ressources naturelles et garantes de la préservation de la biodiversité locale,
- des représentants d'entreprises (GreenPharma, PhytoStore, Union des Industries Chimiques, le Comité de Développement Horticole de la Région Centre Val de Loire, Botanicosm'ethic),
- des laboratoires académiques (ICOA, ISTO, PRC, recherchant l'intégration d'espèces végétales locales ou de leurs constituants dans leurs procédés.

Marie-Aude HIEBEL < ICOA
marie-aude.hiebel@univ-orleans.fr

Emilie DESTANDAU < ICOA
emilie.destandau@univ-orleans.fr

<http://www.icoa.fr>

Une mémoire verrière

Des artistes, des scientifiques et des sociologues, en interaction avec des musées et des verriers artisans ou industriels, s'appliquent à conserver et valoriser un important patrimoine verrier industriel et artistique vieux de plusieurs siècles.

De nombreux exemples d'activités verrières d'un passé plus ou moins reculé mais aussi d'un présent très actif sont présents en Centre-Val de Loire. Les Musées des Beaux-Arts d'Orléans et de Chartres conservent, pour l'un, de très fines figurines en verre filé dit "de Nevers" datant du XVIII^e siècle et pour l'autre des masques et vases de Henri Navarre du XX^e. La Ville de Vierzon dispose, quant à elle, d'une riche collection de verrerie de table du XIX^e et début XX^e. Plus actuel, le verre culinaire Pyrex[®] est toujours produit par International Cookware à Châteaoux. Ce patrimoine, aussi bien que l'activité verrière contemporaine des laboratoires de recherches et des acteurs artistiques et industriels de la région expriment un savoir-faire remarquable.

Dans ce contexte, le projet VIVACE* a pour vocation de conserver plus durablement la richesse verrière tangible et immatérielle de la région, tout en développant de nouvelles formes de monstres muséales s'inscrivant dans la rencontre de la sociologie du monde verrier, l'art et l'innovation.

L'IMAGE POUR IMMORTALISER LE GESTE

Les enquêtes sociologiques intégrées au projet sont doubles : d'une part, retrouver les opérations techniques qui ont permis de produire des pièces singulières aujourd'hui conservées dans les musées, d'autre part de renseigner les techniques et les savoirs verriers détenus par des professionnels en retraite ou en activité.

L'expérience et la recherche jouent un rôle essentiel dans la construction et la transmission des savoirs verriers. Les images filmées révèlent la grande diversité des processus de production de pièces artisanales et industrielles. Elles saisissent à la fois la maîtrise technique, la précision des gestes mais aussi la créativité et le savoir-faire des verriers. Les entretiens filmés sont, eux, un accès privilégié à l'expérience de souffleurs de verre et de verriers au chalumeau. Au travers des récits du travail en entreprise et de l'explication des gestes techniques, on entre dans un savoir-faire qui mérite d'être conservé et transmis à l'heure où la France ne compte plus que, par exemple, 220 souffleurs au chalumeau.

La frontière entre l'art et l'artisanat est aussi explorée grâce à la collaboration de la Verrerie Patrick Lepage avec de jeunes étudiant.e.s en art (ENSA Bourges) qui découvrent ainsi les propriétés de ce médium verre, le soumettant à leur imaginaire créatif tout en revisitant ses limites. Une artiste plasticienne, Françoise Quardon, accompagne cette rencontre entre univers de l'innovation technique, scientifique et artistique. Ce projet étudie également les connections entre les champs artistiques, techniques et industriels où les pièces de bousillage, ces pièces réalisées sur leurs temps de pause par les ouvriers des usines, sont une belle illustration de la rencontre subtile de ces disciplines.

RETROUVER ET REPRODUIRE DES TECHNIQUES PERDUES

Lorsque le temps a emporté avec lui les derniers détenteurs de savoir-faire anciens, entretenir la mémoire d'une technique alors que tout ce qu'il en reste est un objet conservé dans les réserves d'un musée, n'est pas simple. La solution proposée par VIVACE est de confronter les artistes et les scientifiques à la reproduction de la pièce en question.

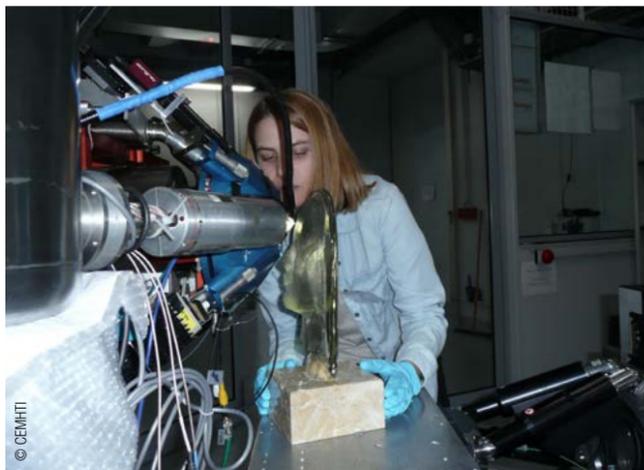


Observations filmées par Céline Assémond et Alexandre Palézis du CETU-ETICS à la Verrerie Patrick Lepage (Amboise – Chargé)

Ces tentatives de reproduction d'une œuvre n'apportent pas de certitudes sur la méthode originelle, chaque verrier ayant un geste qui lui est propre. Elles permettent cependant de proposer des hypothèses, dont certaines peuvent être éliminées à la suite d'un échec. Il est impossible par exemple de reproduire seul ce flacon de Bernard Perrot, Maître verrier de Louis XIV, la réalisation de longues baguettes de verre indispensables à sa création nécessitant vraisemblablement deux verriers. Cette recherche sur l'histoire des techniques se caractérise par une collaboration avec des maîtres verriers aux compétences multiples dans la mise en forme du verre.

CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE DES PIÈCES MUSÉALES

La reproduction d'une œuvre ne requiert pas forcément l'utilisation du même type de verre. En revanche, dans le cas d'une étude scientifique plus poussée, il est essentiel de bien connaître la composition du matériau étudié. Le projet VIVACE focalise ainsi une partie de son attention sur le verre Pyrex[®], produit et utilisé dans la région depuis la fin du XIX^e siècle. Henri Navarre (1885 – 1971), artiste verrier et sculpteur, a utilisé ce verre borosilicaté pour réaliser certaines de ses œuvres. Cependant, l'étude des archives laissées par l'artiste montre qu'il s'approvisionnait aussi bien en verre Pyrex[®] (borosilicate) qu'en verre de table classique (silicate d'alcalins et d'alcalino-terreux). Face au challenge que représente l'identification du type de verre utilisé pour chaque œuvre - impossible de faire des prélèvements sur ces œuvres pour les analyser - le CEMHTI (Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation UPR 3079) a proposé ses compétences en spectrométrie Raman. Le laboratoire est en effet équipé d'un appareil portatif d'analyse rapide, *in-situ* et non-destructive des œuvres. Cette étude s'est donc déroulée directement dans la salle d'exposition dédiée à Navarre au musée des Beaux-Arts de Chartres. Les résultats ont démontré que la structure du Pyrex[®] qu'il utilisait dans les années 1930 et celle du Pyrex[®] actuellement produit par International Cookware à Châteaoux, sont remarquablement similaires.



Analyse PIXE ET PIGE sur l'accélérateur AGLAE du buste de Diane (Henri Navarre).

Des analyses chimiques plus précises ont été réalisées au Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF, Grand Louvre à Paris), abritant l'Accélérateur Grand Louvre d'Analyse Élémentaire (AGLAE) exclusivement dédié à l'analyse de matériaux du patrimoine. La caractérisation très fine de la composition des réalisations d'Henri Navarre a permis de réaliser des verres analogues étudiés au laboratoire CEMHTI par l'ensemble des moyens de caractérisations physico-chimiques disponibles.

ALTÉRER POUR MIEUX CONSERVER

Malgré sa réputation de matériau inaltérable, le verre souffre en réalité d'une transformation lente et souvent irréversible de sa surface due à la présence naturelle d'eau dans l'atmosphère, des changements climatiques importants ou de la pollution. De nombreuses œuvres en verre exposées ou conservées dans les musées présentent ainsi des symptômes d'altération atmosphérique : fissuration de la surface, perte de transparence, changements de couleur, etc. Certaines œuvres plus récentes n'ont pour le moment aucun stigmate, mais leur durabilité est difficile à prévoir. La préparation de verres analogues en laboratoire est là justement pour réaliser des tests de corrosion accélérée en enceinte climatique à température et taux d'humidité contrôlés. La caractérisation des différentes phases de l'altération, faite au CEMHTI, renseigne sur les mécanismes en jeu. La pérennité des œuvres exposées à Chartres ne sera que mieux connue et maîtrisée.

Marie COLLIN < CEMHTI
marie.collin@cnsr-orleans.fr

Nadia PELLERIN < CEMHTI
nadia.pellerin@univ-orleans.fr

<http://www.cemhti.cnsr-orleans.fr/>

* Le projet VIVACE est soutenu par la région Centre-Val de Loire (APR-IR). Il regroupe le laboratoire CEMHTI (porteur), le CETU ETICS de l'Université de Tours, l'École Nationale Supérieure d'Art de Bourges (ENSA Bourges) et de nombreux partenaires industriels, artistiques, culturels et muséaux.

Quand le cancer a une odeur

Afin de réduire significativement le taux de mortalité inhérent aux cancers, des chercheurs de l'Institut de Chimie des Milieux et des Matériaux de Poitiers (IC2MP UMR 7285 CNRS/université de Poitiers) développent une nouvelle stratégie, simple et efficace, de détection d'une grande majorité de cancers solides directement chez le médecin généraliste ou dans un laboratoire d'analyse.

Le taux de mortalité élevé du cancer est en partie lié à un diagnostic souvent trop tardif de la maladie. Il pourrait pourtant être réduit de 30% si la maladie était diagnostiquée (et donc traitée) précocement. Jusqu'à présent, le diagnostic d'un patient résulte soit de l'examen clinique de l'individu lorsque celui-ci présente des symptômes bien particuliers, soit d'une participation à un programme de dépistage. Alors que l'examen clinique peut constituer une méthode efficace de détection à un stade précoce, il implique néanmoins une connaissance parfaite des symptômes. Les programmes de dépistage ont prouvé leur efficacité pour les cancers du sein, côlon, et du col utérin, mais ils restent discutables en raison de leur faible accessibilité, leur spécificité, leur coût élevé, et leur relative sensibilité.

LES CHIENS COMME DÉTECTEUR DE TUMEUR

Dans ce contexte, des chercheurs de l'IC2MP travaillent à un concept émergent ayant pour but de détecter prématurément (avant les techniques classiques par imagerie) l'ensemble des cancers solides, de prédire l'efficacité des chimiothérapies, et de suivre au jour le jour l'évolution des masses tumorales au cours des traitements. Ce projet de recherche pluridisciplinaire, s'articule autour de différentes disciplines que sont, la chimie, la biologie, la médecine et plus récemment l'automatisme. L'idée "originelle" repose sur des travaux démontrant la capacité des chiens à discriminer, grâce à leur odorat, des patients

atteints d'un cancer de personnes saines. Depuis lors, certaines molécules dites "volatiles" présentes dans l'haleine, la transpiration, l'urine ou les selles des patients, et responsables de leur odeur, ont été identifiées comme des molécules marqueurs de cancers.

"... chaque individu a une signature odorante/chimique qui lui est propre..."

La détection de ces molécules volatiles bien particulières dans l'haleine, l'urine, a alors représenté une perspective très intéressante pour identifier au plus tôt et de façon non invasive les cancers. Cependant, derrière l'apparente simplicité de cette méthodologie, son utilisation clinique reste encore très limitée. En effet, chaque individu a une signature odorante/chimique qui lui est propre en fonction de son poids, de son âge, de son sexe et même de son alimentation. Une molécule volatile, marqueur de cancer chez une personne, ne le sera donc pas forcément chez une autre. Cette grande variabilité inter-individuelle conduit donc fréquemment à des faux-positifs ou faux-négatifs.

L'ÉTHANOL POUR DÉPISTER UN CANCER

L'idée des chercheurs en chimie analytique et chimie organique de l'IC2MP repose sur la détection dans l'haleine des patients d'une molécule volatile, l'éthanol, produite artificiellement par la tumeur elle-



Analyse par SPME-GC-MS/MS de molécules expirées (instrumentations sur la plateforme PLATINA).

même. Pour cela, le patient se verrait injecter une molécule "sonde" non toxique qui, au niveau d'une tumeur, serait convertie en éthanol via un processus biochimique spécifique de la masse tumorale. L'éthanol ainsi produit par la tumeur, passerait dans la circulation sanguine, pour aboutir dans les voies respiratoires avant d'être expiré dans l'haleine des individus. En absence de tumeur, la molécule "sonde" resterait intacte et serait directement éliminée par les reins.

DE L'IDÉE À L'EXPÉRIMENTATION

Une fois l'idée trouvée, encore fallait-il mettre au point toutes les conditions expérimentales permettant de démontrer le concept sur des animaux. Les chercheurs ont tout d'abord dû mettre en place une stratégie de piégeage et de détection de l'éthanol présent à des concentrations extrêmement faibles dans l'haleine des animaux de sorte à assurer la distinction entre les animaux sains et malades. Une série d'études sur des modèles animaux a ensuite été réalisée en partenariat avec des chercheurs en biologie de l'IC2MP. Les résultats, pour

l'heure encourageants, ont mis en évidence que ce concept révélait sans équivoque des tumeurs du sein, poumon et nasopharynx chez la souris. Les chercheurs, ont alors détourné la fonction première de leur outil, pour en faire un outil pronostic plutôt que diagnostic. Ils ont alors démontré que la quantité d'éthanol retrouvée dans l'haleine des animaux était corrélée à l'évolution de la taille de leur tumeur au cours d'une chimiothérapie. Cet outil pourrait ainsi permettre d'anticiper et de suivre facilement et très régulièrement l'efficacité de chimiothérapies.

LA CHIMIE POUR LA VIE

Bien qu'engagé par des chimistes, ce projet pluridisciplinaire, soutenu par le réseau Oncosphère Nouvelle Aquitaine - Poitiers, s'est grandement enrichi des connaissances et compétences de chercheurs d'horizons très différents (biologistes, mathématiciens, automaticiens, cliniciens). Un transfert du concept vers la recherche

clinique est tout juste envisagé. Néanmoins de nombreux verrous restent encore à lever. La question du système de détection de l'éthanol est aujourd'hui à l'étude. Les instrumentations analytiques de pointe de l'IC2MP ne pouvant être transférées dans le cabinet d'un médecin généraliste ou spécialiste, les chercheurs du LIAS de l'Université de Poitiers conçoivent actuellement un nez artificiel portatif. En parallèle, un partenariat avec le Centre d'Investigation Clinique du CHU de Poitiers vient d'être initié afin d'étudier l'efficacité de cette stratégie à l'échelle du patient. Les chercheurs en chimie projettent maintenant d'étendre cette stratégie pour faciliter le diagnostic d'autres maladies chroniques.

Justin LANGE < IC2MP
justin.lange@univ-poitiers.fr

Pauline POINOT < IC2MP
pauline.poinot@univ-poitiers.fr

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

Bulles de chimie

En 1984, Sydney W. Barnaby et Sir John I. Thornycroft ont observé une vibration extrême de l'hélice d'un destroyer lors des essais du premier destroyer britannique. Ils ont découvert que les grandes bulles, ou cavités, formées par l'hélice en rotation et qui implosaient sous la pression de l'eau, étaient à l'origine des vibrations. En 1987, alors que la marine britannique concevait et construisait des systèmes de propulsion encore plus rapides, le phénomène de cavitation était devenu un problème de plus en plus important. Lord Rayleigh a donc été chargé par la Royal Navy d'enquêter sur ce problème. Il a conclu que les vibrations résultaient de l'énorme turbulence, chaleur et pression générées par l'implosion des bulles de cavitation. Alors que la cavitation est un problème pour les ingénieurs en sciences nautiques, ce phénomène a ouvert aux chimistes un environnement unique pour concentrer l'énergie nécessaire à la réalisation de réactions chimiques.

Les chimistes reproduisent le phénomène de cavitation via la génération et la propagation d'ondes sonores intenses dans un liquide. Ces ondes sonores créent des régions où alternent des phénomènes de compression et de dilatation du liquide pouvant former des bulles de gaz de quelques microns de diamètre. Ces bulles peuvent atteindre des températures extrêmes (jusqu'à 5 000°C) et implosent alors violemment en une microseconde, libérant ainsi localement l'énergie nécessaire pour réaliser une réaction chimique. De cette observation est né le concept de sonochimie.

Des scientifiques du monde entier ont déployé des efforts considérables pour développer la sonochimie et aboutir à la synthèse de produits chimiques, de produits pharmaceutiques et à la production de nouveaux matériaux.

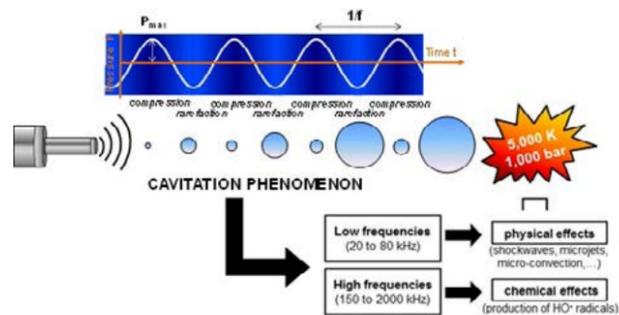


Illustration schématique de la propagation de fréquences ultrasonores basses et élevées.

D'un point de vue chimique, une bulle de cavitation peut être considérée comme un micro-réacteur. En raison des conditions extrêmes de pression (jusqu'à 1 000 bars) et de température (jusqu'à 5 000 K) à l'intérieur des bulles de cavitation, des réactions de pyrolyse, c'est-à-dire de décomposition des molécules chimiques, se forment.

"... une technologie prometteuse pour produire de l'acide glucuronique..."

Par exemple, lorsque l'eau est soumise à cette irradiation ultrasonore à haute fréquence (100-800 kHz), des bulles de petite taille se forment à l'intérieur desquelles l'eau est dissociée en radicaux H (Hydrogène)

et OH (Hydroxyde). Lors de l'implosion de la bulle, ces radicaux sont propulsés dans la solution où ils réagissent avec ce que l'on nomme des solutés organiques (mélange d'eau et de solvant). Contrôler la réactivité des processus chimiques ayant lieu lors de l'implosion d'une bulle de cavitation est une tâche relativement complexe. Des chercheurs de l'Institut de Chimie des Milieux et des Matériaux de Poitiers (IC2MP) se sont concentrés au fil des années sur le couplage de la catalyse avec des ultrasons. Ces études ont révélé que les ultrasons à haute fréquence (550 kHz) représentent une technologie prometteuse pour produire par exemple de l'acide glucuronique (glucose) via une réaction d'oxydation.

Ce processus chimique s'avère encourageant pour faire des produits cosmétiques comme des crèmes de soin pour la peau, ou des médicaments solides tels que des comprimés. Des réactions d'oxydation ont aussi été trouvées qui permettent la destruction des polluants organiques. Cet ensemble de découverte permettrait alors d'accéder à des produits chimiques non-accessibles actuellement par les voies traditionnelles.

Prince AMANIAMPONG < IC2MP
prince.nana.amaniampong@univ-poitiers.fr
<http://ic2mp.labo.univ-poitiers.fr/>

Médecine et alchimie au Moyen Âge

Depuis Empédocle et Aristote à sa suite, l'ensemble de la matière et des êtres vivants répondent à une définition combinant le chaud, le froid, le sec et l'humide. Leurs combinaisons - une température doit s'associer avec un degré de sécheresse - définit l'ensemble de la matière et des êtres vivants. La médecine et l'alchimie du Moyen Âge font de cette théorie un de leurs fondements essentiels.

La chimie, au sens où on l'entend de nos jours, possède plusieurs antécédents : la proto-chimie, qui semble apparaître vers 600 dont Thalès de Milet, philosophe et savant grec, sera un important représentant et l'alchimie, développée à la suite de Zozyme, savant grec.

Cette dernière est une importante composante des moyens d'exploration du monde qui existent au Moyen Âge. Elle se sert, tout comme la médecine, héritée quant à elle des travaux d'Hippocrate et de Galien, de la théorie des quatre éléments et des quatre qualités. Elle émet un postulat : le monde est constitué d'air, de feu, d'eau et de terre ; chacun d'entre eux se définit par une combinaison de température et de degré d'humidité. La terre, par exemple, est froide et sèche ; l'eau, froide et humide ; le feu, chaud et sec, l'air, chaud et humide.

UNE NOTION D'ÉCHELLES

La distinction entre microcosme et macrocosme est un autre élément conceptuel essentiel, présent aussi bien dans la philosophie grecque que dans la philosophie médiévale : le macrocosme est l'univers dans son ensemble ; le microcosme est, avant tout, comme le dit une traduction italienne de l'*Elucidarium d'Honorius d'Autun*, l'homme : "le docteur Macrobe a dit que l'homme a été appelé microcosme véritable, c'est-à-dire un monde en plus petit".

Appareils alchimiques, dont des fours surmontés d'alambics. Manuscrit Paris, B.N Latin 11202, folio 97 © BnF.



Représentation d'un four à bain-marie, scène de distillation extraction des éléments. Manuscrit Paris, Bib. Arsenal 2872, folio 457 © BnF.

Les savants médiévaux retiennent donc deux échelles : la première est globale parce qu'elle concerne, à travers les quatre éléments et leur combinatoire, la création dans son ensemble ; la seconde est locale, la division entre le monde et l'homme se complétant par la définition des caractéristiques élémentaires des individus, mais aussi des organes du corps humain ou des matériaux, les métaux en particulier, ou des aliments. Ce dernier aspect sera développé dans les régimes de santé que l'on commence à écrire en langue vernaculaire à partir du treizième siècle, et dont le *Livre de Physique* (parfois intitulé *Régime du Corps*) d'Aldebrandin de Sienne, médecin italien, est un bon exemple.

Quel est le rôle de cette théorie dans ces deux disciplines ? Elle vise tout d'abord à décrire, aussi bien sur le plan matériel que sur le plan symbolique ; elle structure ensuite des méthodes de traitement que les alchimistes appellent parfois "médecine", comme le fait Bernat Peyre, auteur d'une *Somme alchimique en langue d'oc*. Elle sert également à fournir un vocabulaire d'origine médicale aux alchimistes. Bernat Peyre parle par exemple d'"humor" (humeur, fluide, liquide), tandis que l'alchimiste Bernard de Trèves évoquera des "superfluités corrompues", usant d'un terme désignant en médecine des résidus d'humeur excédentaire. Une *aqua phlegmatica* "eau à caractère flegmatique" apparaît quant à elle dans un traité latin se revendiquant de Ramon Llull. La description a deux aspects : macrocosmique et microcosmique. La notion d'*hylem*, transformée par Dieu en matière et en éléments apparaît ainsi aussi bien chez l'encylopédiste Brunetto Latini, auteur d'un *Livre du Trésor* où il va évoquer la théorie des humeurs, que chez Bernat Peyre.

Le microcosme, quant à lui, revêt des aspects différents selon la discipline concernée. Les médecins entendent par-là l'humanité et le corps humain. L'auteur des *Remèdes Populaires*, qui est une compilation de recettes médicales, débute son ouvrage par un exposé de la théorie des humeurs : "Constantin, maître Galien et Hippocrate nous témoignent que chaque corps humain est fait de quatre humeurs, et que selon ces humeurs les meurs varient : le sang, le flegme, la bile rouge et la mélancolie/bile noire (...) ces quatre natures dominent à différentes périodes : la bile rouge règne en été et le phlegme en hiver ; le sang prend de l'importance au printemps, et la bile noire à l'automne". Pour le traducteur italien de l'*Elucidarium d'Honorius d'Autun*, "De la terre vient la chair, de l'eau le sang, de l'air le souffle, du feu la chaleur". Les alchimistes considèrent quant à eux que leur microcosme est la pierre philosophale, laquelle, nous dit l'auteur de *L'Ouvrage des Philosophes* est composée de quatre choses, c'est à dire des quatre natures : terre, eau, air et feu.

Les médecins et les alchimistes médiévaux recourent donc à une vision du monde organisée en deux étages : une dimension macrocosmique qui comprend l'origine du monde, de la matière et de leurs structures, et une dimension microcosmique qui est l'objet de leur intervention.

VERS LA CHIMIE MODERNE

Un autre point commun justifie ce rapprochement entre médecine et alchimie au Moyen Âge. Ce sont des disciplines dans lesquelles la théorie est jointe à la pratique : confection de la pierre philosophale et traitement pré-chimique des métaux dans un cas, confection de médicaments et chirurgie dans un autre. Les traités alchimiques décrivant les opérations à effectuer ont pour correspondants très relatifs les compilations de recettes médicales donnant des indications pour la fabrication des médicaments (l'*Antidotaire de Nicolas* en est l'un des exemples les plus connus) et les ouvrages de chirurgie, dont ceux de Roger de Salerne ou d'Henri de Mondeville. Leur histoire linguistique passe par la traduction en latin d'ouvrages arabes comme ceux de l'alchimiste Jabir ibn Hayyan puis par l'existence d'ouvrages en langues vernaculaires, traduits ou écrits en se basant sur des sources antérieures.

Cette histoire linguistique contribue également à étayer un parallèle entre deux domaines de savoirs qui précèdent l'apparition de la chimie moderne. Au fil du temps, les traités alchimiques se sont mués en objets de discours littéraires allant de la simple allusion (le troubadour Guilhem Magret évoque l'affinage du plomb au moyen de l'argent) à l'adaptation narrative du savoir, phénomène plus caractéristique de la médecine. Cette transformation souligne, s'il le fallait encore, l'importance d'une telle documentation historique.

Pierre LEVRON < CESC
pierre.levron@univ-poitiers.fr
<http://cescm.labo.univ-poitiers.fr/>

Homo luzonensis, le nouveau cousin des Philippines

L'identification récente d'une nouvelle espèce humaine sur l'île de Luzon au Nord des Philippines, nous rappelle qu'*Homo sapiens* est aujourd'hui l'unique représentant d'un groupe dont la diversité passée a été florissante.

Au cours des quinze dernières années, la paléanthropologie a vécu une période sans précédents conduisant à la reconnaissance de plusieurs groupes humains, tous cousins – plus ou moins éloignés – d'*Homo sapiens* (ex. *Homo naledi*, *Homo floresiensis*, dénisoviens). Ce bouleversement conceptuel est d'autant plus notable qu'il a largement contribué à complexifier les scénarios de peuplement du globe initié depuis au moins 1,8 Millions d'années à partir d'Afrique. Ce constat est particulièrement sensible dans le cas de l'Asie du sud-est insulaire où l'on sait désormais qu'au cours des 100 derniers milliers d'années, plusieurs groupes humains contemporains (i.e. *H. sapiens*, *H. floresiensis*, et les dénisoviens) ont occupé cette aire géographique de plus de deux millions de kilomètres carrés et constellée d'îles (plus de 7000 rien qu'aux Philippines). À cela s'ajoutent des niveaux marins fluctuants au cours des deux derniers millions d'années : ainsi, les îles de Sumatra, Java et Borneo ont pu être accessibles à pied sec à partir du continent asiatique à certaines périodes alors que cela ne fut jamais le cas pour les îles dites wallacéennes (archipel Philippin, Sulawesi, Florès, Timor, etc). C'est donc avec l'objectif d'éclaircir les modalités de peuplement de cette zone wallacéenne et de comprendre le rôle des îles dans la diversification du genre humain que les fouilles dans la grotte de Callao, au nord-est de l'île de Luzon (Philippines), ont été entreprises.

LES PREMIÈRES DÉCOUVERTES D'HUMAINS FOSSILES : DE SURPRISES EN SURPRISES !

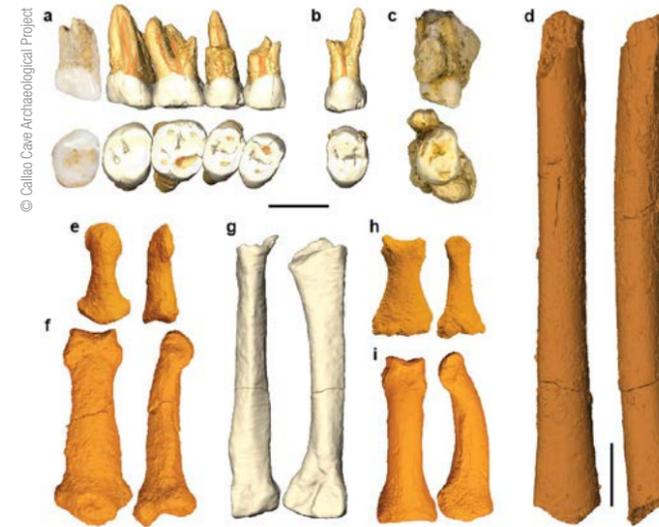
Bien que la communauté scientifique eût depuis la fin des années quarante, de forts soupçons quant à une présence humaine ancienne

aux Philippines, les preuves tangibles manquaient irrémédiablement à l'appel jusqu'au début des années 2000. En réactivant les fouilles de la grotte de Callao en 2003, l'équipe d'Armand Mijares parvint à identifier en 2007 une couche géologique riche en ossements d'animaux, parmi lesquels figurait un os métatarsien humain (os de la voute plantaire) daté d'au moins 67 000 ans. Bien que son attribution au genre *Homo* ne laissait aucun doute, sa petite taille et son aspect singulier, notamment sa surface articulaire basale convexe et de petites dimensions, rendait son attribution spécifique plus délicate. Sa publication en 2010 ne fit qu'encourager le travail opiniâtre initié quelques années auparavant. Ces efforts furent largement récompensés en 2011 puis 2015 avec la mise au jour de douze autres spécimens, tous issus de la même couche géologique et découverts à quelques centimètres les uns des autres.

Le nouvel inventaire incluait désormais une série complète de cinq dents (deux prémolaires et trois molaires) d'un individu adulte, deux dents isolées dont une issue d'un second individu adulte, des restes d'un fémur d'un individu juvénile et de quatre os des mains et des pieds. Avec cet inventaire à la Prévert, les chercheurs disposaient désormais des vestiges d'au moins trois individus, documentant un nombre d'éléments anatomiques suffisants pour établir une analyse plus représentative et donc d'approfondir notre connaissance des humains de Callao. ... Et les premiers résultats ont rapidement indiqué que nous avions affaire à des humains fossiles sans équivalents dans le registre paléontologique. Pour s'en convaincre, une seule manière de procéder : l'anatomie comparée...



Vue des fouilles de la grotte de Callao.



Les 13 fossiles découverts dans la grotte de Callao et attribués à la nouvelle espèce *Homo luzonensis*. Échelle : 10 mm.

DES COMPARAISONS... DE LA TÊTE AU PIED

Malgré un nombre restreint de spécimens, les fossiles de Callao présentent un grand nombre de caractéristiques à la fois dentaires, manuelles et podales, distinctes de celles présentées par les espèces qui étaient reconnues jusqu'alors dans le genre *Homo*. À titre d'exemple, les prémolaires d'*H. luzonensis* ressemblent à leurs homologues chez d'autres espèces humaines contemporaines (ex. *H. neanderthalensis*, *H. floresiensis* et *H. sapiens*) en termes de taille, mais présentent une morphologie bien plus primitive quand on considère les multiples reliefs à la surface ou le nombre de leurs racines. De la même manière, les molaires figurent parmi les plus petites rapportées pour des humains fossiles adultes et leur aspect externe ressemble plus particulièrement à celles d'*H. sapiens* voire d'*H. floresiensis*, tandis que leur structure interne évoque des affinités avec des *H. erectus* asiatiques.

Le plus intrigant concerne les résultats de l'analyse des os des membres. Leur aspect très primitif est supporté par deux phalanges, l'une manuelle et l'autre podale, particulièrement courbes, à l'instar d'australopitèques ayant vécu entre 4 et 2 Ma environ, uniquement en Afrique. Sur la base de cette combinaison unique de caractères, l'attribution de ces fossiles à une nouvelle espèce était désormais largement justifiée : le nom d'*H. luzonensis*, s'est très logiquement imposé tant il rappelle à notre mémoire que l'île de Luzon se caractérise encore actuellement par une faune et une flore particulièrement endémiques.

"... les relations de parenté... avec les autres espèces humaines sont encore énigmatiques."

DES CONCLUSIONS... PRÉLIMINAIRES

La combinaison atypique de caractères très primitifs et modernes d'*H. luzonensis* n'est pas sans évoquer le cas d'*H. floresiensis*, aussi connu sous le nom de "hobbit" en raison de sa très petite taille et identifié entre 100 et 60 000 ans sur l'île de Florès (Indonésie). Les îles de Florès et de Luzon, bien que séparées d'au moins 3000 km, partagent une histoire paléogéographique analogue, au cours de laquelle des bras



La grotte de Callao se situe au nord de l'île de Luzon (Philippines).

de mer substantiels et profonds les ont isolées des masses continentales voisines pendant les deux derniers millions d'années, rendant leur peuplement à pied sec impossible, même aux périodes de plus bas niveaux marins. Néanmoins, les archives paléontologiques de ces deux îles montrent que certains grands mammifères (éléphants, rhinocéros, etc), mais aussi des hommes puisque des preuves d'occupations humaines sont avérées dès 700 000 ans, ont réussi à franchir la mer pour s'y installer. Ainsi, des phénomènes de convergences et/ou de réversion sous l'effet d'une évolution en contexte insulaire pourraient expliquer l'anatomie particulière d'*H. luzonensis*, comme cela semble désormais admis pour *H. floresiensis*.

Ce constat soulignerait alors l'importance fondamentale des îles dans les processus de diversification des groupes humains du passé. Au moins deux grandes questions demeurent toutefois sans réponse. Les arguments comparatifs établissant la spécificité d'*H. luzonensis* sont relativement nombreux mais pas suffisants en l'état pour dresser un portrait détaillé de l'apparence physique d'*H. luzonensis* et de ses comportements. De même, les relations de parenté qu'entretient cet humain fossile avec les autres espèces humaines sont encore énigmatiques.

Les premiers tests d'extractions d'ADN réalisés à ce jour se sont révélés infructueux, mais les développements méthodologiques actuels en paléogénétique nous engagent à l'optimisme et pourraient nous permettre un jour d'en savoir plus sur les éventuelles relations entre *H. luzonensis* et ses contemporains en Asie : *H. sapiens*, *H. floresiensis* et dénisoviens.

Guillaume DAVER < PALEVOPRIM
guillaume.daver@univ-poitiers.fr

Florent DÉTROIT < HNHP
fdetroit@mnhn.fr

Armand MIJARES < UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES
mandy24_us@yahoo.com

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

<http://hnhp.cnrs.fr/>

<http://www.nationalmuseum.gov.ph/>

LuSci : une aventure en Limousin

Le parcours LuSci est né de la participation de 3 scientifiques à la Fête de la Science en octobre 2014. LuSci est une rencontre qui se veut Ludique et Scientifique. Son objectif est de véhiculer une science à la portée de tous, pour tous en amenant la science dans les écoles. Ces ateliers sont animés par des membres de différents laboratoires de l'institut GEIST* de l'université de Limoges, personnels techniques, chercheurs et doctorants, à raison d'une journée par mois.

L'atelier d'une durée d'une heure s'articule autour de 3 séquences expérimentales au cours desquelles les élèves manipulent eux-mêmes du matériel de laboratoire et réalisent des expériences : prélèvements de liquides, observations au microscope, extraction d'ADN.

DEPUIS 5 ANS

5100

ÉLÈVES RENCONTRÉS

de 7 à 12 ans

600 adultes

LORS DE LA FÊTE DE LA SCIENCE



Intervention dans une école : présentation des équipements en laboratoire avant les ateliers de manipulation.



Travail autour des liquides. Qu'est-ce qu'un liquide ? Quelle est l'unité de mesure des liquides ? Exemples de liquides biologiques etc... Dans les laboratoires nous utilisons des outils pour prélever des volumes plus ou moins précis tels que des pipettes et des aides-pipettes.

3 départements sillonnés

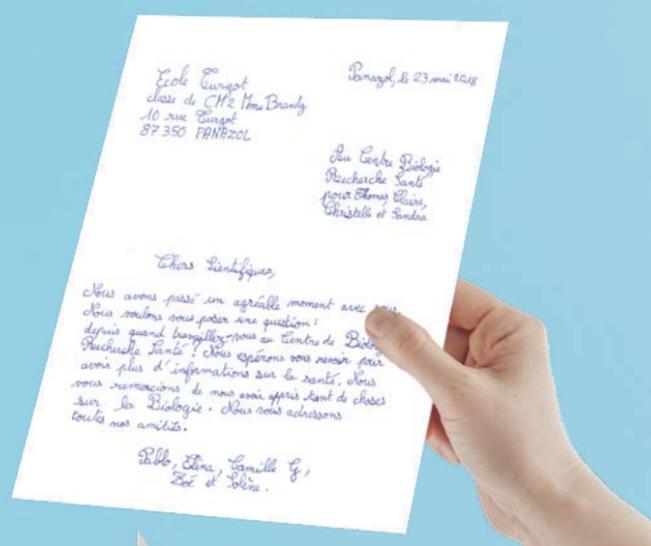
CORRÈZE, HAUTE-VIENNE ET CREUSE

36 villes

OU VILLAGES VISITÉS

+ 4000 kms

PARCOURS



Lettre d'une école où les ateliers ont été animés.

Des milliers d'extractions d'ADN réalisées

≈ 35 animateurs

PAR AN

4 laboratoires

IMPLIQUÉS

CRIBL

RESINFIT

NET

CAPTUR

≈ 60 jours

D'ANIMATIONS DEPUIS SA CRÉATION

5 à 6 classes

PAR SORTIE



Dans la plupart des cellules on trouve l'ADN, comme ici dans des cellules d'oignon ! A quoi ça sert ? comment le voir ? En suivant le protocole que les scientifiques ont mis au point on peut visualiser des molécules d'ADN si elles sont très nombreuses et en paquet.

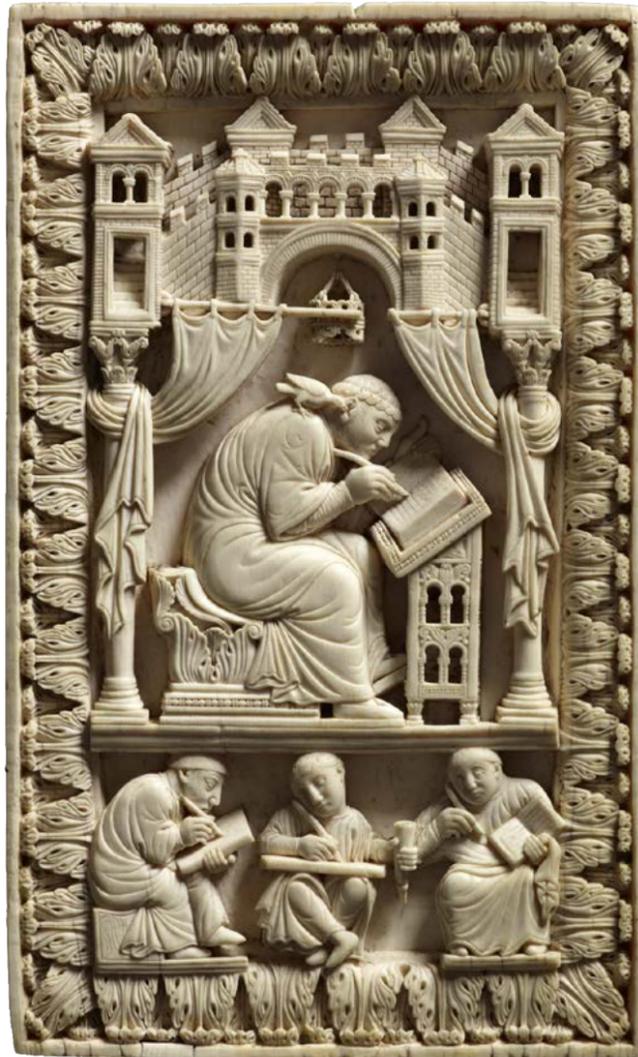
Contrôle des réponses immunes B et des lymphoproliférations (CRIBL – UMR 7276 CNRS/INSERM)
Anti-infectieux : supports moléculaires des résistances et innovations thérapeutiques (RESINFIT UMR 1092 INSERM/Université de Limoges)
Laboratoire Neuroépidémiologie Tropicale (NET – UMR 1094 INSERM/Université de Limoges)
Laboratoire Contrôle de l'Activation cellulaire, Progression Tumorale et Résistance thérapeutique (CAPTuR – EA 3842 Université de Limoges)

Claire CARRION < CRIBL
claire.carrion@unilim.fr

<https://www.unilim.fr/recherche/laboratoires/geist/cribl/>

La carte et le territoire du chant grégorien

Un long travail d'étude et d'analyse de données paléographiques mené par l'Institut de Recherche et d'Histoire des Textes présente les caractéristiques du chant grégorien sous la forme d'une cartographie.



Grégoire et la colombe, Ivoire carolingienne de Lorraine, X^e s. (Wien, KH Museum)

Depuis Jean Diacre, biographe du pape Grégoire I^{er} (590-604) auquel il doit son nom, le chant grégorien est un trésor musical toujours vivant traversé par un mythe d'inspiration divine : une colombe aurait insufflé à l'instaurateur d'une école de chantres* (Schola cantorum) le génie de la composition musicale.

Après la reconstruction monastique de Dom Guéranger au XIX^e s., ce chant a surtout symbolisé l'unité de l'Église catholique. Ses origines remontent aux VI-VII^es., et son écriture aux scribes post-carolingiens du X^es. Les voix des chantres, sous les plafonds de bois puis des voûtes de pierre, lui ont donné toute sa splendide matérialité. Raoul Glaber, moine du X^e s. signalait dans ses écrits abondamment consultés par les historiens que dans le « blanc manteau d'églises » qui recouvrait l'Europe vers l'an mille, les fêtes rituelles donnaient lieu, dans les basiliques, oratoires carolingiens et églises romanes, à de majestueuses

liturgies où tous les sens exaltaient le cœur des fidèles (encens, pierres précieuses, architecture). Non seulement l'œil mais surtout l'oreille s'en trouvaient magnifiés grâce à l'art savant des bâtisseurs pour l'acoustique et le son.

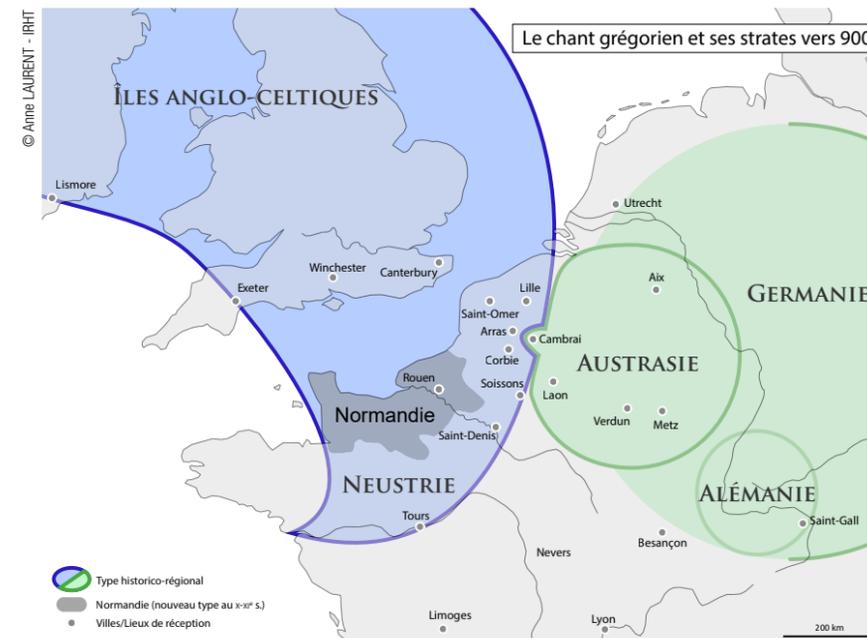
Les témoins matériels qui subsistent de ce chant sont les manuscrits du Moyen Âge, notés en neumes*. Les plus anciens remontent à 850 et se sont perpétuellement transmis jusqu'à nous à travers des centaines de manuscrits à travers l'Europe de l'ouest (l'Europe orientale pratiquant plus volontiers le chant byzantin). Ce ne sont pas à proprement parler des partitions, mais plutôt des témoins de conservation et de transmission, utilisés dans un contexte culturel d'oralité, au moins jusqu'au XIII^e s.

"...la reconstruction d'une généalogie de la diffusion de ce chant"

À la fin du XIX^e s., la paléographie musicale eut pour objet l'étude des signes musicaux qui permettent aux interprètes une restitution plus exacte et nuancée des mélodies des chantres du X^e siècle. Les scientifiques se sont livrés à des éditions critiques, c'est-à-dire qu'ils ont, au fil du temps, consulté et analysé les écrits avec parfois plusieurs versions d'un même texte jusqu'à opter pour une version plus sûre. Cette édition critique fut au cœur des travaux de la section de musicologie de l'IRHT (CNRS) qui a ainsi poursuivi la tradition monastique (Solesmes), fleuron de la restauration de ce chant. Quinze années de recherches sur la comparaison critique des sources (manuscrits) en Europe de l'Ouest aboutissent aujourd'hui à la reconstruction d'une généalogie de la diffusion de ce chant. Cet immense puzzle regroupé dans des bases de données synoptiques, au-delà des aspects techniques complexifiés par des systèmes de notations très élaborés, traverse plusieurs mythes : celui « de la colombe » ou encore celui du moine copiste idéalisé, qu'on peut relier à l'utopie rabelaisienne de l'abbaye de Thélème : idéaux et préjugés dans la tête de l'historien



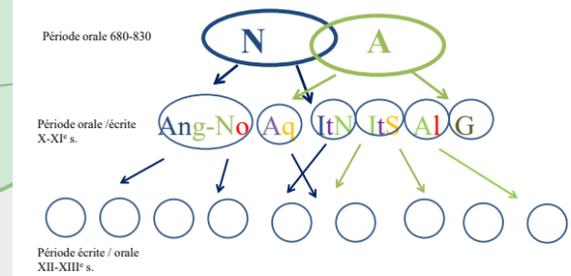
Besançon, Bibl. mun. 79, Graduel de Besançon, XI^es.



Carte des types du chant grégorien

Les distinctions des zones géographiques et des matrices sont fondées sur l'analyse des variantes des mélodies et des corpus de chants.

Généalogie des types



philologue* privilégient certains centres par rapport à d'autres, conduisant à de sérieux écarts avec une réalité historique plus nuancée.

Le traitement informatique des données a certes permis la finalisation des éditions critiques au milieu du XX^es. Mais il ne parvient pas vraiment à justifier l'existence de traditions parallèles, ni l'importance de strates historiques qui étaient aussi indistinctes qu'une cathédrale bâtie au long de trois siècles, puis artificiellement unifiée. Les résultats des variantes* du texte et de la mélodie confirment la primauté de la pensée sur l'intelligence artificielle des algorithmes ou des outils technologiques (statistiques, critère de la majorité des témoins...).

La genèse du « grégorien » ne correspond donc pas à un texte authentique, ni à une pluralité d'initiatives individuelles locales résultant du hasard, mais bien à l'hypothèse de trois matrices : l'espace occidental (Neustrie et îles Anglo-celtiques), un espace médian (Austrasien, Lotharingien), plus récent et prépondérant, duquel dérive une matrice alémanico-germanique (Saint-Empire), entre 750 et 900.

La flexibilité de l'écrit et de la musique, rappelle les limites de la régulation par quelque autorité romaine comme du succès très relatif de l'unification liturgique carolingienne. L'évidence de strates antérieures est d'autant plus convaincante que la lente accoutumance aux usages et coutumes linguistiques et rituelles rend même visibles dans les cartes des variantes mélodiques, les subtiles subdivisions politiques (Neustrie, Austrasie) comme les nouvelles configurations provoquées par les invasions normandes (840-900). Un nouvel équilibre se dessine alors pour parfaire la compréhension d'une culture européenne qui gagnait en unité sans gommer sa diversité.

Petit glossaire

Antiphonaire : livre contenant des antennes, chants précédant les psaumes ; livre de l'Office ou de la Messe.

Archétype : original supposé, au sommet d'un *stemma* (arbre généalogique)

Chantre : dignitaire d'une institution religieuse, responsable de l'exécution des chants (syn. psalte)

Hypertexte : texte constitué de petites unités comme une mosaïque, avec renvois à d'autres corpus

Lachmanien : d'après le philologue allemand Lachmann, désigne un schéma de transmission classique d'auteur, qui ne convient pas à d'autres type de textes.

Neume : étym. grecque, souffle, esprit ; désigne les signes graphiques de la mélodie (à partir de 850)

Nouvelle histoire : dans les années 70 avec l'école des Annales (Le Goff, Duby), renouvellement méthodologique des pratiques de la recherche

Philologie : étude critique des textes

Sémiographie : écriture des signes, des neumes, paléographie musicale, étude des notations

Variante : élément de texte ou de mélodie susceptible de changer, à divers degrés.

À lire : *Émergences du chant grégorien : les strates de la branche neustro-insulaire (687 – 930)*, Éditions Brepols

Jean-François GOUDESSENNE < IRHT
jean-francois.goudesenne@cnsr-orleans.fr
<http://www.irht.cnrs.fr>

Énergie numérique : ennemie ou alliée de l'écologie ?

En mars 2019, des lycéens du Lycée polyvalent Nelson Mandela à Poitiers ont suivi l'atelier Sciences et Citoyens consacré à "Énergie numérique : ennemie ou alliée de l'écologie ?". Ces jeunes sont certainement les premiers à sensibiliser à l'enjeu environnemental lié à l'usage des technologies numériques. Mais pas uniquement. Il revient à chaque utilisateur de se rendre compte de l'impact de ces objets et de leur usage sur son quotidien et son futur.



QUELS SONT LES PREMIERS CHIFFRES À RETENIR LORSQU'ON ÉVOQUE L'ÉNERGIE NUMÉRIQUE ?

Ordinateurs, smartphones, tablettes, data centers, réseaux... englobent plus de 10 % de la consommation mondiale d'électricité. Et ce chiffre ne cesse de croître. Une étude alarmiste et excessive de l'IEEE indique que si rien n'est fait pour infléchir la tendance, en 2025 "les TIC pourraient consommer 60 % de toute l'énergie consommée par l'humanité". Parallèlement, la transition écologique constitue aujourd'hui un objectif incontournable pour préserver notre planète. Dans ce contexte, une autre étude précise que le numérique pourrait aider à réduire les émissions mondiales de CO₂ de 20 % d'ici 2030. Ces contradictions très approximatives dans leurs estimations montrent que le sujet est complexe et que la variété des usages du numérique ne produit pas les mêmes effets sur l'environnement.

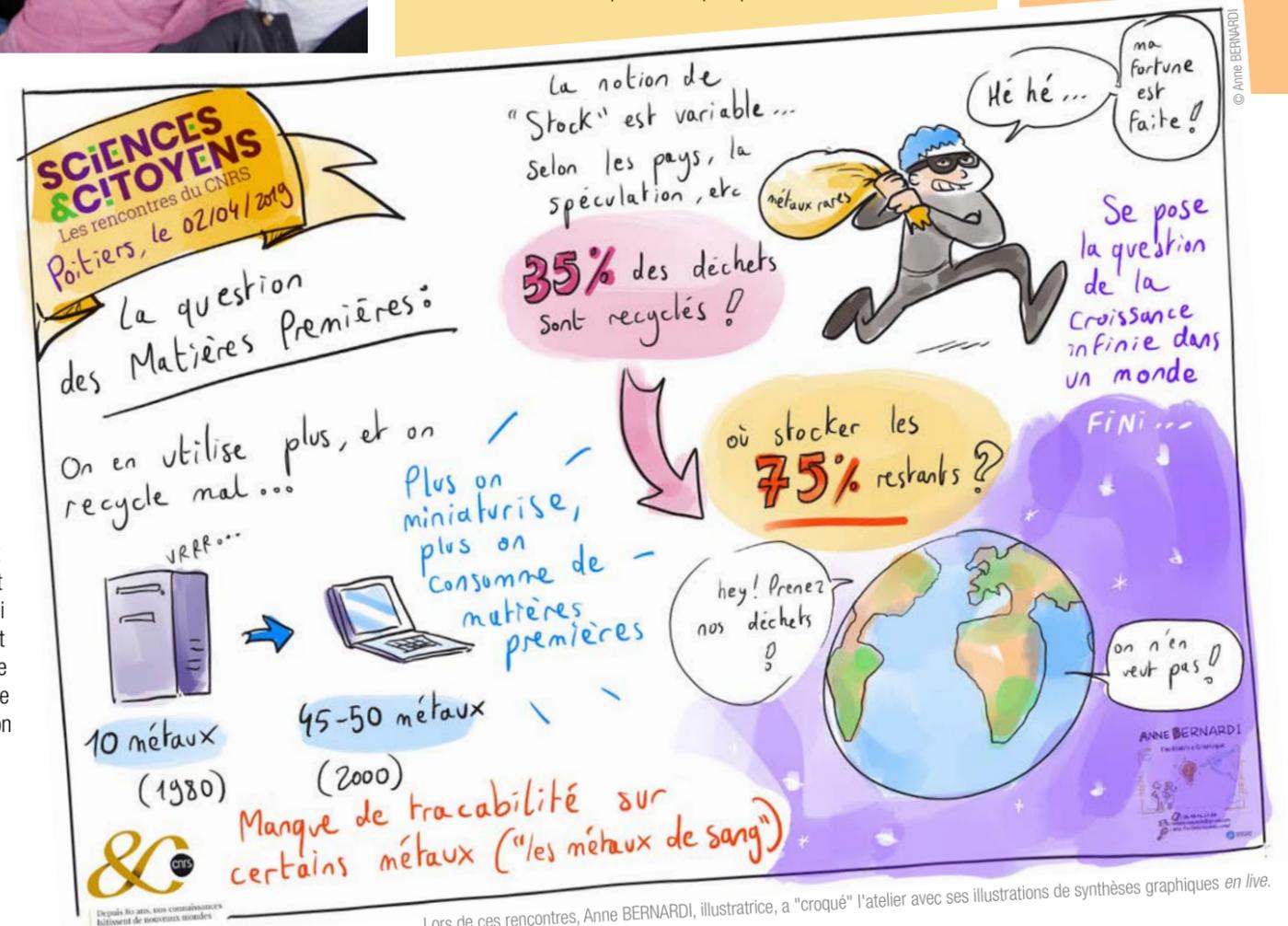
"... un Français passe quotidiennement 2h30 sur Internet..."

Aujourd'hui, force est de constater que les décennies de numérisation de nos sociétés sont aussi celles de la plus forte augmentation de notre empreinte écologique, avec une généralisation dans un grand nombre de domaines de l'usage du numérique : le taux de possession d'un smartphone a quadruplé en France en cinq ans pour atteindre 65 % en 2016. Plus de 80 % des Français ont au moins un ordinateur et 40 % une tablette. À la maison, un Français passe quotidiennement 2h30 sur Internet et 3 à 4h devant la télévision (devenue numérique aujourd'hui). Pour répondre à cette croissance de l'utilisation du numérique, les infrastructures des réseaux et télécommunications représentent aujourd'hui 12% de la consommation nationale d'électricité, soit l'équivalent de huit réacteurs nucléaires.

QUE DOIT-ON PRENDRE EN CONSIDÉRATION LORSQU'ON ÉVOQUE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ?

Les impacts sur notre vie et notre environnement se traduisent par la multiplication des équipements, des consommations d'énergie et des matières premières associées à ces nouveaux outils, la production de déchets... La consommation énergétique des nouvelles technologies n'est qu'un aspect du défi environnemental qu'elles posent. Le nombre et la quantité de métaux utilisés dans les composants électroniques ne cessent d'augmenter à mesure qu'ils se miniaturisent et deviennent plus performants. Les smartphones contiennent une quarantaine de métaux et de terres rares, contre une vingtaine à peine il y a dix ans. Parmi les impacts environnementaux liés à l'exploitation de ces métaux, on peut citer le tarissement et la pollution de l'eau, la déforestation, l'érosion des sols, la perte de biodiversité et les problèmes de santé et paradoxalement aujourd'hui, il apparaît que seulement 18 % de ces métaux rares sont récupérés et recyclés. Avec l'électricité bon marché, c'est une fuite en avant dans l'usage des technologies numériques qui s'est installée sans souci d'optimisation. À titre d'exemple, les applications logicielles qui tournent en tâche de fond sur un smartphone, déchargent ses batteries à vitesse accélérée sans que l'utilisateur aie conscience de cela ; autre exemple édifiant, de nombreux équipements ne possèdent plus aujourd'hui de bouton d'arrêt, la fonction veille s'est démocratisée.

"... Les smartphones contiennent une quarantaine de métaux et de terres rares..."



Jean-Pierre GAZEAU < RENCONTRES SCIENCES ET CITOYENS
jean.pierre.gazeau@univ-poitiers.fr
Membre du comité scientifique des Rencontres Sciences et Citoyens
Organisateur de l'atelier "Énergie numérique : ennemie ou alliée de l'écologie ?"

à venir...

Colloques

Au-delà du déchet

Rencontres et dialogues autour d'œuvres littéraires ou visuelles témoignant de la présence du déchet, sous ses formes plurielles.

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

19-21 nov.

Tours

MERCURY 2020

FROM MESSENGER
TO BEPI COLOMBO

JUNE
2-4 2020

INTERNATIONAL
CONFERENCE
HOTEL DUPANLOUP
ORLÉANS

Logos: CNRS, Université d'Orléans, LPC2E, CNES (Centre National d'Études Spatiales), ESA (European Space Agency), JAXA, NASA.

MORE INFO

MERCURY2020.IAS.U-PSUD.FR

À L'ÈRE NUMÉRIQUE



MANIFESTATION - Exposition, ateliers, conférences, partage d'expériences. Une manifestation en amont du futur Salon International du numérique et de l'éducation qui se tiendra chaque année à Poitiers à partir de 2020.

Programme détaillé sur
<http://www.em.fr>

13 sept. au 17 nov.

Poitiers

LE FRELON ASIATIQUE



À LIRE
LE FRELON ASIATIQUE, UN REDOUTABLE PRÉDATEUR
Le frelon asiatique reste encore fort méconnu du grand public et de nombreux professionnels.

Ce livre aux textes accessibles dresse un état des lieux de nos connaissances et offre conseils et solutions de lutte efficaces.

Pré-commande sur : www.snapticulture.com

Octobre

AUTOMNALES DES SCIENCES



CONFÉRENCE SPECTACLE - Cerveau et idées reçues ? Serez-vous choisir entre le vrai et le faux ? Après avoir visionné des séquences vidéo scénarisées, les spectateurs devront interagir avec des neurobiologistes pour décrypter l'exactitude de certaines affirmations sur le fonctionnement du cerveau.

<http://www.univ-orleans.fr/culture/news/automnales-des-sciences>

22 octobre

Orléans