microscoop

Un regard sur les laboratoires en Centre Limousin Poitou-Charentes

Février 2019



Société

La maison "intelligente"...

Paléontologie

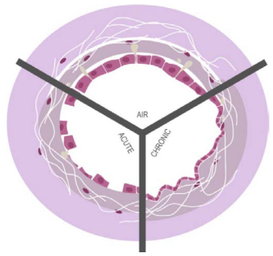
Le singe du ravin des Vampires

Physique

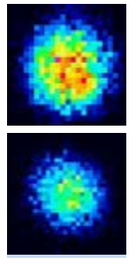
L'aéronautique de plus en plus exigeante !

Biologie

SMOG, ozone et inflammation respiratoire

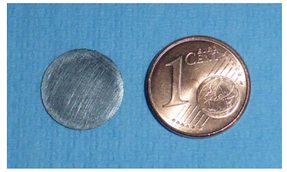




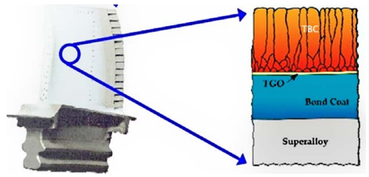














4 Société

- La maison "intelligente" au cœur de la maîtrise du coût de la consommation d'énergie électrique

6 Paléonthologie

- Le singe du ravin des Vampires, du mythe à la réalité paléontologique

8 Histoire

- Les images miraculeuses de la Vierge à travers la culture visuelle du Moyen Âge

10 Physique

- L'aéronautique de plus en plus exigeante !

12 Chimie

- Radiochimie : à la recherche de mon radionucléide !!!
- Une histoire de Zinc !
- Quand Darwin rencontre Mendeleïev

18 Biologie

- SMOG, ozone et inflammation respiratoire

20 Économie

- Pour la certification de la reproductibilité des études économiques

22 Témoignages

- L'apprentissage au CNRS

24 Astrophysique

- Et de 2 !

26 Actualités



ISSN 1291-8083

Photo couverture : © Istock® DragonImages
La maîtrise du coût de la consommation d'électricité doit être l'affaire de tous !

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

Secrétaires de la publication
Florence Royer
Manon Parent

Création graphique/conception
Linda Jeuffrault
Hugo Guimmoneau

Ont participé à ce numéro :
Hélène Ageorges, Sébastien Bissey, Célia Bonnet, Isidro Da Silva, Patrick Echegut, Vanessa Ernst-Maillet, Simon Goutier, Christophe Hurlin, Estelle Ingrand-Varenne, Sébastien Jacques, Aurélien Joulia, Jean-Charles Le Bunetel, Gildas Merceron, Céline Montécot-Dubourg, Fuensanta Murcia Nicolas, Manon Parent, Christophe Perignon, Valérie Quesniaux, Isabelle Rabaud, Bernhard Ryffel.

Imprimeur - Prévost Offset - Impression sur papier 100 % recyclé Cyclusprint.

Éditorial

Microscoop est l'occasion pour moi de saluer tous les acteurs de la recherche et de l'innovation de la circonscription avec qui je n'ai pas eu encore l'occasion de faire connaissance depuis ma prise de fonction intervenue le 1er janvier de cette année. Je tiens à remercier ceux que j'ai rencontrés pour l'accueil qu'ils m'ont réservé, en particulier, les personnels de la délégation, les directrices et directeurs d'unités et les représentants des établissements partenaires et des collectivités. Je vais poursuivre au cours des prochaines semaines ces rendez-vous afin d'écouter, de dialoguer et de construire ensemble les nouvelles pages de la délégation Centre Limousin Poitou Charentes.

Microscoop met en évidence la richesse des recherches menées sur l'ensemble de la délégation. À l'occasion de mes visites de laboratoires, j'ai pu constater cette force constituée d'équipes de recherche de renommée internationale et d'équipements de pointe. La complémentarité des compétences, cette capacité à travailler en étroite collaboration et à s'organiser pour mutualiser les équipements sont autant de points forts de la circonscription. Compte tenu de ces atouts, la délégation régionale doit collectivement assurer la meilleure qualité de service aux unités de recherche et contribuer à l'ancrage territorial du CNRS, dont la vision nationale peut bénéficier au territoire.

Notre établissement franchira une nouvelle étape de son histoire en fêtant au cours de l'année 2019 ses 80 ans. Cette année sera donc ponctuée par de multiples évènements. Vous vous êtes déjà mobilisés pour cet anniversaire puisque 14 projets issus de la circonscription ont été labellisés. Vous pouvez d'ailleurs continuer à soumettre des projets. L'appel à participation reste ouvert.

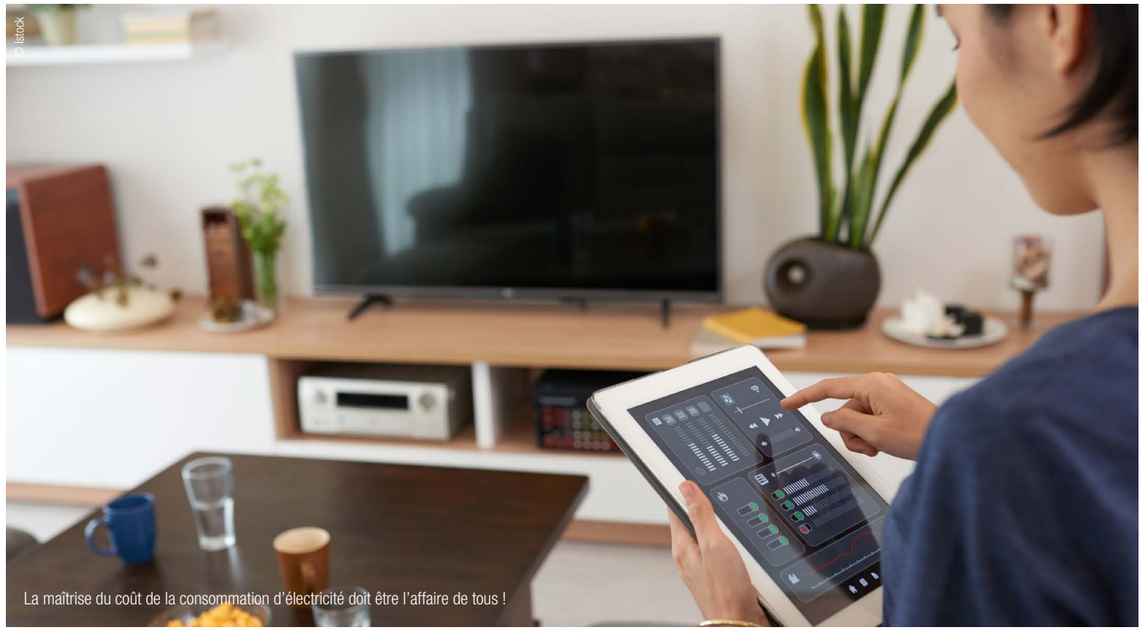
Très bonne lecture de ce premier numéro de Microscoop de l'année 2019 !

Ludovic Hamon
Délégué régional



La maison "intelligente" au cœur de la maîtrise du coût de la consommation d'énergie électrique

Avec plus de 35% de la consommation finale du secteur tertiaire et résidentiel, l'électricité représente à ce jour la première forme d'énergie utilisée. Toutefois, dans un contexte de transition énergétique, les économies d'électricité s'avèrent primordiales.



La maîtrise du coût de la consommation d'électricité doit être l'affaire de tous !

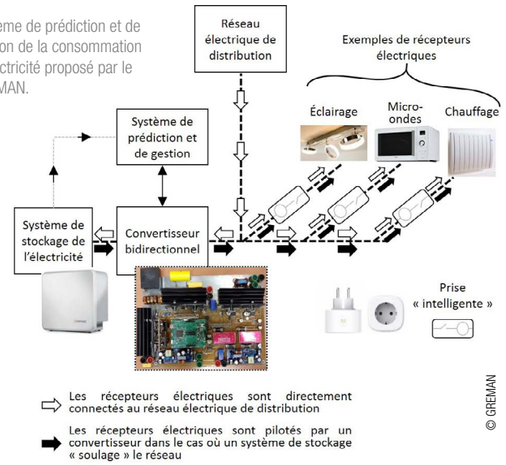
En France, la consommation énergétique du bâtiment, qu'il soit résidentiel ou tertiaire, ne cesse d'augmenter depuis les années 1990. En 2018, la consommation du bâtiment représente plus de 45% de la consommation finale d'énergie. Paradoxalement, le bâtiment est l'un des secteurs les moins émetteurs de gaz à effet de serre (20%).
Les enjeux sont nombreux :
- réduire les émissions de gaz à effet de serre pour lutter contre le réchauffement climatique.
- réduire la facture des ménages, entreprises et collectivités compte-tenu de l'augmentation continue du prix de l'électricité.
- diminuer les coûts liés à la consommation énergétique.

Quels sont les moyens pour y parvenir ? La recherche et le développement doivent permettre d'apporter des réponses à ces questions en développant des logements "intelligents".

MAÎTRISER SA FACTURE QUASIMENT SANS CONTRAINTE

Des systèmes de gestion de l'énergie électrique offrent déjà la possibilité de maîtriser "de manière intelligente" aussi bien la consommation d'un bâtiment que le coût de cette dernière. Leurs rôles sont à la fois d'économiser l'électricité et d'optimiser le confort des usagers en adaptant le fonctionnement des équipements. Par exemple, lorsque le bâtiment est inoccupé, le système peut arrêter le chauffage de manière automatique ou le ralentir durant la nuit. Ces actions "intelligentes" peuvent intervenir en toute transparence pour les usagers afin de donner de la priorité de fonctionnement à certains équipements. Cette priorisation du fonctionnement des appareils permet de diminuer la puissance appelée

Système de prédiction et de gestion de la consommation d'électricité proposé par le GREMAN.



par l'installation électrique et ainsi, " soulager " le réseau de distribution lors d'une pointe de consommation.

UN EXEMPLE NOVATEUR : LE PROJET DE RECHERCHE " ECCO*"

Le système de prédiction et de gestion de la consommation d'électricité proposé par le GREMAN est novateur. Il est réalisé à l'aide d'un système de stockage (par exemple, des batteries), un convertisseur d'énergie, des capteurs (par exemple, de température, de présence,…), un système



Démonstrateur d'une maison connectée et " intelligente " récemment présenté au public sous la forme de jeux lors de la 27e édition de la Fête de la Science.

de prédiction et de gestion de l'électricité à partir d'un algorithme informatique et des prises "intelligentes" pour piloter tous les équipements présents dans la maison. Le GREMAN travaille actuellement sur tous les éléments de ce système. Deux objectifs sont visés : "effacer" la consommation électrique ou la reporter via un système de stockage. Durant les périodes "creuses", les équipements électriques sont directement connectés au réseau de distribution. Durant les périodes de pointe de consommation, le système de stockage "soulage" le réseau de distribution. Ce système permet ainsi de garantir à tout instant un équilibre entre la production d'électricité et sa consommation. Le dialogue entre le système de stockage et le réseau de distribution est réalisé dans ce cas par l'intermédiaire d'un convertisseur statique d'énergie. Ce dernier est nécessairement bidirectionnel car l'électricité doit pouvoir transiter dans les deux sens, c'est-à-dire du système de stockage vers le réseau de distribution d'une part, et du réseau de distribution vers le système de stockage d'autre part.

PILOTAGE DES RÉCEPTEURS ÉLECTRIQUES DU LOGEMENT À L'AIDE DE PRISES "INTELLIGENTES"

Dans le système décrit précédemment, le pilotage des appareils électriques d'un logement peut être réalisé à l'aide d'une "prise intelligente" ou "smart plug". Cet appareil est disponible sur le marché depuis déjà de nombreuses années. Il a rapidement évolué au fil du temps pour devenir aujourd'hui un "véritable espion" de notre consommation d'électricité. Concrètement, un "smart plug" se branche directement sur une prise électrique "classique". Son utilisation ne nécessite aucune modification de l'installation électrique de la maison.

> " La maîtrise du stockage de l'électricité constitue un verrou à lever. "

L'ordre de commande de cette prise "intelligente" provient du système de prédiction et de gestion de l'électricité. Deux cas sont à distinguer :
- l'utilisateur donne lui-même l'ordre de pilotage à partir d'une application installée sur son téléphone mobile ou sa tablette numérique. Par exemple, il pourra créer une ambiance sonore, baisser ou remonter les volets roulants ou encore simuler une présence en allumant et en éteignant une lumière à des intervalles de temps réguliers.
- l'usager n'intervient pas dans la gestion du coût de la consommation d'électricité. Par exemple, lors des périodes de pointe, notamment entre 19h et 22h, le réfrigérateur pourra s'éteindre quelques minutes, sans que son utilisateur ne s'en aperçoive, pour diminuer la puissance appelée à ce moment-là par l'installation électrique.

* Dans le cadre du projet d'intérêt régional "ECCO", financé par la Région Centre Val-de-Loire, le Groupe de Recherche en Matériaux, microélectronique, Acoustique et Nanotechnologies (GREMAN, UMR 7347- Université de Tours, CNRS, INSA Centre Val-de-Loire) travaille sur l'optimisation du coût de la consommation d'électricité dans l'habitat individuel. Cette activité de recherche est menée en collaboration avec le laboratoire PRISME (laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche Ingénierie des Systèmes, Mécanique, Énergétique) de l'Université d'Orléans et de l'INSA Centre Val-de-Loire, ainsi que la société AEG Power Solutions de Chambray-lès-Tours.

LES DÉFIS DE LA MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre des systèmes "intelligents" de gestion de l'électricité ne repose pas uniquement sur les prises "intelligentes". Si l'on souhaite déployer ce type de système tout en limitant les coûts associés, il est primordial de :
- développer un convertisseur bidirectionnel à haut rendement pour garantir l'efficacité énergétique du système "intelligent" de gestion de l'électricité.
- maîtriser le stockage de l'électricité à des coûts d'installation raisonnables pour l'usager.

Dans le cadre du projet "ECCO", le GREMAN a illustré l'intérêt d'un système "intelligent" pour minimiser le coût de la consommation d'électricité. Une maquette à échelle réduite d'une maison, pilotable par une tablette ou un "smart phone", a ainsi été fabriquée.
Ce système utilise une nouvelle architecture d'un convertisseur bidirectionnel. Le convertisseur est constitué d'une nouvelle génération de semi-conducteurs dits "à grand gap", et en particulier le carbure de silicium (SiC). L'utilisation de ces composants électroniques permet à la fois d'atteindre un rendement supérieur à 95% et de rendre le convertisseur plus compact. Pour le moment, le système de conversion a été testé à basses puissances (i.e., inférieures à 1 500 W). Il faudra par la suite évaluer ses performances à des puissances représentatives des applications de l'habitat (i.e., supérieures à 3 000 W).

La maîtrise du stockage de l'électricité constitue un verrou à lever. Dans le cadre du projet ECCO, aux puissances visées, le GREMAN a montré qu'un système "intelligent" utilisant des batteries est à ce jour difficilement viable sur le plan économique en France. Dans notre pays, tout comme dans la grande majorité des pays européens, le prix moyen de l'électricité payé par les ménages se situe entre 10 et 20 centimes d'euro par kilowattheure. De plus, l'écart entre les tarifications en heures pleines et en heures creuses est faible, c'est-à-dire de l'ordre de 4 centimes d'euro. La durée de l'amortissement du système "intelligent" serait dans ce cas de l'ordre de quarante ans ! *A contrario*, le même système installé en Australie serait amorti en moins de dix ans du fait de l'écart plus important entre les tarifications en heures pleines et en heures creuses (de l'ordre de 25 centimes d'euro).

Toutefois, la facture électrique des ménages pourrait augmenter de 50% d'ici à 2020 et de 100% d'ici à 2023. Le système "intelligent" proposé devrait dans ce cas tenir toutes ses promesses…

Sébastien JACQUES < GREMAN
sebastien.jacques@univ-tours.fr
Sébastien BISSEY < GREMAN
sebastien.bissey@univ-tours.fr
Jean-Charles LE BUNETEL < GREMAN
lebunetel@univ-tours.fr
https://greman.univ-tours.fr/

Le singe du ravin des Vampires, du mythe à la réalité paléontologique

Rien de mieux que d'interdire un site à des enfants pour qu'ils y organisent leurs jeux, sans savoir qu'ils évoluent au milieu d'une faune paléontologique de plus de 2 millions d'années.

Il y a dans le nord de la Grèce près du village de Dafnero, une vallée sauvage et des ravins profondément creusés par la rivière Aliákmon dans d'épais dépôts sédimentaires. À l'affleurement, des os fossiles sont connus de tous dans les environs. Ces ravins étant dangereux, les villageois ont toujours défendu à leurs enfants de s'y rendre, effrayant même les bambins avec des légendes de vampires (les os étant les restes de leurs festins ou les restes des vampires eux-mêmes selon les versions). Ces histoires qui ont eu l'effet inverse puisque tous les anciens du village de Dafnero racontent avoir arpenté ces ravins dans leur enfance !

C'est dans ces paysages que les premières fouilles ont été menées au début des années 90 par les paléontologues grecs de l'Université Aristote de Thessalonique. Deux brèves fouilles leur ont permis de mettre au jour une faune de grands mammifères, suggérant un âge pléistocène ancien entre 2,5 et 1,8 millions d'années. Les conditions d'accès et de rapatriement des pièces rendant le travail dangereux n'ont pas permis alors d'exploiter pleinement ce gisement.

"... comprendre les connexions entre écosystèmes eurasiatiques et africains... "

Ce site témoigne des faunes contemporaines ou juste antérieures à la sortie d'Afrique du genre *Homo* et ce dans l'un des possibles couloirs de dispersions sur la marge nord de la Méditerranée. Les premiers restes d'homininés attribués au genre *Homo* hors d'Afrique sont connus en Géorgie sur le site de Dmanisi daté à 1,8 millions d'années. De plus, des artefacts lithiques de plus de 2 millions d'années ont été récemment mis au jour en Chine et sur la bordure sud de la Méditerranée en Algérie. C'est donc bien avec l'ambition de trouver un des absents de cette faune, le genre *Homo*, qu'ont été entamées en 2010 de nouvelles fouilles paléontologiques dans le ravin des Vampires.

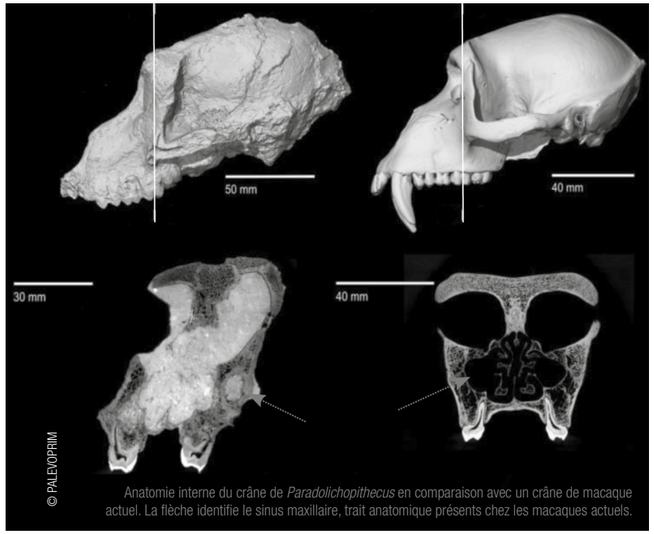
Après quatre années de fouilles, les paléontologues ont extrait le crâne d'un primate, pas celui attendu, mais celui d'un singe cercopithèque phylogénétiquement proche des babouins africains et macaques asiatiques actuels, c'est-à-dire partageant un ancêtre commun avec ces espèces modernes. Cet ensemble constitue le clade des papioninés. La partition géographique de ces papionins avec les macaques en Asie (exception faite du magot de l'Atlas) d'une part et les babouins principalement en Afrique d'autre part rend le primate grec essentiel à la compréhension de l'évolution des singes papionins.

VOUS AVEZ DIT *" PARADOLICHOPITHECUS "* ?

Bien que le crâne ait subi une déformation suite à des processus taphonomiques (c'est-à-dire les modifications physiques et chimiques depuis la mort d'un organisme jusqu'à son exhumation par les paléontologues), les caractères morphologiques externes mais aussi internes ont été préservés. La morphologie, le degré d'usure et d'éruption des prémolaires et molaires trahissent un jeune adulte papionin de taille similaire à celles des babouins africains (~20 kg) et dépassant la plupart de macaques actuels. La canine bien qu'absente avait une alvéole de petite taille témoignant d'une femelle. Les papionins sont au sein des primates ceux où le dimorphisme sexuel



Vue du site de Dafnero (Grèce) qui est compris dans des couches sédimentaires allant du Miocène supérieur à l'Holocène.



Anatomie interne du crâne de *Paradolichopithecus* en comparaison avec un crâne de macaque actuel. La flèche identifie le sinus maxillaire, trait anatomique présents chez les macaques actuels.

sur les canines est le plus prononcé. Après étude, les paléontologues de PALEVOPRIM et leurs collègues grecs ont conclu que ce crâne est celui d'un *Paradolichopithecus*, un singe réparti en Eurasie entre 3,5 et 1,8 millions d'années.

Son anatomie interne étudiée par l'utilisation d'un micro-CT scan au Centre de Microtomographie de l'Université de Poitiers révèle la présence d'une cavité globulaire localisée entre les racines des molaires et le globe oculaire. Ce sinus maxillaire, considéré comme une synapomorphie des macaques, c'est-à-dire un caractère nouveau hérité d'un ancêtre commun distinguant ces derniers des autres papionins (babouins, mandrills, mangabeys et géladas), soutient l'hypothèse que le *Paradolichopithecus* grec est un macaque de grande taille. Cela renforce donc l'hypothèse d'une cladogenèse, autrement dit d'un isolement d'un groupe souche de papionins qui ont évolué de manière indépendante aboutissant à la radiation des macaques en Eurasie et des autres papionins en Afrique au cours du Plio-Pléistocène (1 à 3 millions d'années). Si cette hypothèse a pu paraître aux chercheurs comme la plus parcimonieuse, les études anatomiques par CT scans ont montré que les autres restes crâniens attribués à *Paradolichopithecus* n'ont pas tous de sinus maxillaires. Parallèlement, des études récentes indiquent que ce sinus est absent chez certains macaques et présents sur un faible pourcentage de babouins. Dans ce cas, le sinus maxillaire ne serait qu'une plésiomorphie, c'est-à-dire un caractère ancestral commun à tous les papionins et " perdu " par les formes africaines. Le scénario biogéographique découlant de cette hypothèse alternative diffère : le *Paradolichopithecus* eurasiatique serait possiblement le groupe frère de tous les papionins, macaques et babouins compris.

L'HISTOIRE D'UNE FAUNE ÉTEINTE

Les collaborations franco-helléniques ont également complété le registre fossile d'un grand nombre de familles de mammifères. *Paradolichopithecus* est un des éléments d'un assemblage très hétéroclite de mammifères dont les représentants actuels ne coexistent plus dans les environnements d'aujourd'hui. Ainsi, *Paradolichopithecus* a partagé l'habitat d'espèces familières des contrées européennes telles que des cerfs (*Eucladoceros, Croizetoceros, Metacervoceros*), un cheval sténoïde de très grande taille (*Equus*), un ours *(Ursus)*, ou un renard (*Vulpes*) mais aussi l'habitat des derniers giraffidés européens, *Mitilanotherium* à la silhouette d'okapi plutôt que de girafe, des porcs épics (*Hystrix*), une hyène " coureuse " (*Chasmaporthetes*) aujourd'hui éteinte, ainsi que les derniers chiens-viverrins (*Nyctereutes*). Cet assemblage faunique s'il peut sembler insolite au grand public n'est en fait pas surprenant aux paléontologues. En effet, les giraffidés sont des ruminants présents en Europe au moins depuis le Miocène supérieur il y a plus de 10 millions d'années.

Les études approfondies de ce crâne de primate incluant l'oreille interne, les tissus dentaires avec la comparaison avec les autres papionins qu'ils soient actuels et éteints, qu'ils soient eurasiatiques ou africains ont pour objectif de répondre aux différentes hypothèses relatives à l'évolution de *Paradolichopithecus*. Outre une compréhension du mode de dépôt (crues saisonnières, sables mouvants…), une vision plus complète de cette faune, ou encore la découverte de restes locomoteurs de *Paradolichopithecus* permettant de meilleures interprétations écologiques et évolutives, les fouilles régulières à Dafnero et l'étude de ce matériel paléontologique inédit visent à mieux documenter et comprendre les connexions entre écosystèmes eurasiatiques et africains, qui ont pu favoriser la dispersion des faunes et notamment des primates de part et d'autre des masses continentales au cours des temps plio-pléistocènes.

Les fouilles paléontologiques à Dafnero et la collaboration franco-hellénique sont un exemple parmi d'autres, et ce à l'échelle européenne, de la contribution des chercheurs CNRS à la formation par et pour la recherche.
À ce jour, dix étudiants français et grecs ont été formés aux fouilles de terrain à Dafnero. En outre, une convention Erasmus+ établie entre les départements d'enseignements de l'Université de Poitiers et de l'Université Aristote de Thessalonique, facilite les échanges d'étudiants et d'enseignants-chercheurs. Une thèse a récemment été soutenue par une étudiante de Poitiers sur l'écologie alimentaire des cervidés pléistocènes et après un Master mené en co-tutelle un étudiant a obtenu une bourse de thèse du gouvernement grec et une bourse d'excellence Eiffel pour un séjour de 10 mois au sein de PALEVOPRIM.



Le site de Dafnero est composé de lentilles fossilifères avec une très forte densité osseuse.

Gildas MERCERON < PALEVOPRIM
gildas.merceron@univ-poitiers.fr
http://palevoprim.labo.univ-poitiers.fr/

Les images miraculeuses de la Vierge à travers la culture visuelle du Moyen Âge

La "culture visuelle" ou "visual studies" champ de recherche récent, s'intéresse à toutes les images : BD, publicités, photographies, films. Elle influence les historiens dans leur analyse et leur compréhension des images chrétiennes et de leur valeur socio-culturelle pour les hommes et les femmes du Moyen Âge.



L'image miraculeuse de la Vierge à l'Enfant.
BM Clermont-Ferrand, MS 145, f. 130v. © Bibliothèque Municipale de Clermont-Ferrand.

Les images médiévales, qu'elles soient dans les manuscrits, sur des objets et des vêtements ou de taille monumentale dans les maisons et les églises, sont inséparables des fonctions et des lieux pour lesquels elles ont été conçues.
Dans le cas de l'image religieuse, entendue comme une représentation d'un personnage issu de la Bible ou reconnu comme saint, l'emplacement le plus caractéristique est l'espace sacré de l'église, où ont lieu les usages rituels et liturgiques, comme la messe et les sacrements. Mais on peut aussi les trouver dans le domaine laïc et la dévotion privée. Au-delà de la condition d'objet artistique, soumis au style d'une époque particulière, l'image est déterminée par sa finalité, autrement dit le but qu'elle cherche à atteindre, et par sa valeur représentative, symbolique, rituelle ou instrumentale.

Les courants de recherche des *Visual studies* et de l'*Anthropologie Historique* ont analysé les images miraculeuses à travers des scènes de l'art médiéval. Les formules iconographiques, les miniatures et les sculptures sont en effet le reflet des préoccupations du moment et ne sont dès lors pas séparées de la mentalité de la société qui les a créées et regardées.

LES IMAGES MIRACULEUSES DANS L'OCCIDENT MÉDIÉVAL : DU REJET À LA LÉGITIMATION.

À partir de l'an 1000, on assiste à un changement du discours chrétien sur les images, lequel avait rejeté leur caractère sacré depuis le début du Moyen Âge. Suivant la tradition de l'Ancien Testament, le culte aux images avait été assimilé à l'idolâtrie, il n'était pas possible d'adorer Dieu à travers sa représentation. Une réponse très claire vint du monde carolingien au deuxième Concile de Nicée, dont l'objectif était de mettre un terme au conflit politico-religieux provoqué par l'iconoclasme. Les Carolingiens proposent dès lors de reconnaître trois fonctions à l'image : l'enseignement des fidèles, la mémoire de l'histoire sainte et l'*ornamentum*, c'est-à-dire le décor comme partie prenante d'un édifice. La réalisation de miracles, relatée dans plusieurs récits, est interprétée comme preuve de l'existence d'une relation étroite entre le personnage divin et l'image qui le représente. Dans l'exemple particulier de la Vierge, son culte comme médiatrice fut un fait crucial, grâce à l'union entre le miracle et la médiation. Les fidèles abordent l'image avec l'intention d'implorer l'intervention de Marie pour qu'elle résolve leurs problèmes quotidiens. De cette façon, l'évolution des effigies miraculeuses atteint son point culminant au XIII[e] siècle, quand la culture écrite et la culture visuelle confèrent leur légitimation comme objets sacrés, en devenant objets de culte.

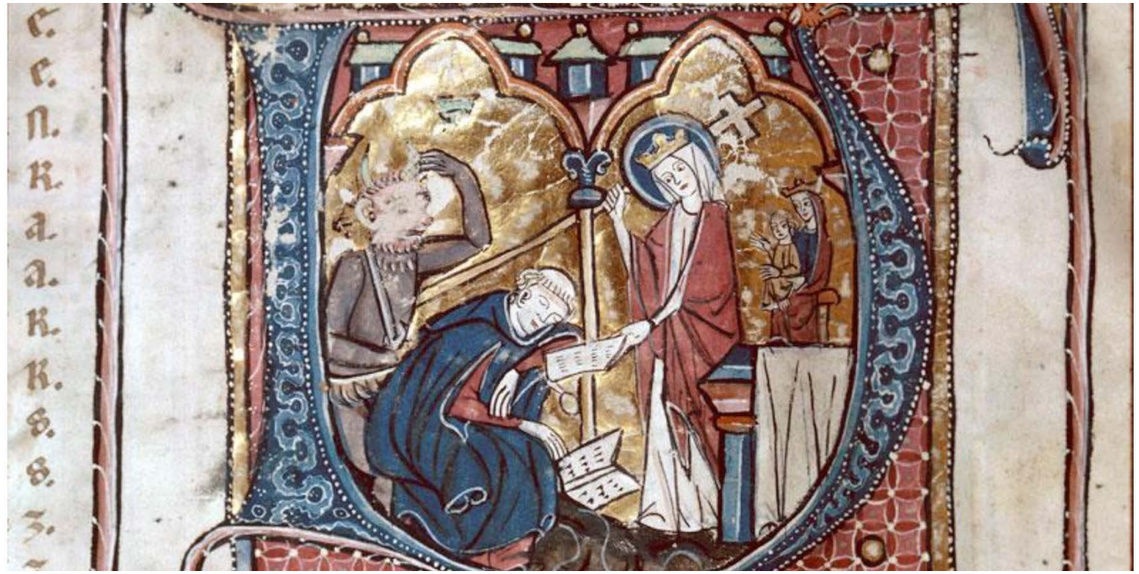
> "... il faut prêter attention au texte qui les accompagne..."

LES COLLECTIONS DE MIRACLES MARIAUX À LA FIN DU MOYEN ÂGE.

Les collections des récits de miracles attribués à la Vierge Marie, très populaires au XIII[e] siècle, constituent un champ d'étude exceptionnel tant pour les littéraires, les historiens que les historiens de l'art, parce que, d'un côté, elles forment un ensemble de sources textuelles différentes du discours théologique et théorique, et de l'autre, elles sont aussi des sources visuelles, du fait du grand nombre de manuscrits enluminés entre 1250 et la fin du XIV[e] siècle.
On ne doit pas comprendre ces groupes de miniatures – représentations d'une scène ou d'un personnage dans un espace indépendant de la lettre initiale (le terme vient de "minium", cet oxyde de plomb de couleur rouge utilisé pour tracer les initiales et les titres dans les manuscrits) – comme des représentations neutres ou objectives de la réalité, mais plutôt comme des images conditionnées par le point de vue de l'artiste, du chef de l'atelier ou du commanditaire. C'est pour cela qu'il faut prêter attention au texte qui les accompagne ainsi qu'aux autres composantes de la culture écrite portant sur la légitimité des images chrétiennes.

Les allusions aux rôles actifs des images sont nombreuses dans les textes : *Les Miracles de Nostre Dame*, écrit par Gautier de Coinci avant 1236, ou *Le Miroir Historial*, la traduction de *Speculum Historiale* effectuée par Jean de Vignay dans la première moitié du XIV[e] siècle. Les images sont en effet décrites comme des objets de dévotion, mais aussi comme des médiatrices et des protagonistes de faits miraculeux. Par ailleurs, quand les artistes montrent les moments les plus importants de ces récits, ils emploient plusieurs ressources iconographiques pour exprimer le caractère sacré de l'image mariale, aussi bien en juxtaposant les scènes qu'en créant visuellement une relation entre la cause et la conséquence, inscrivant les deux dans le même lieu. Les miniatures expriment la relation étroite entre la dévotion à l'image et l'apparition de la Vierge ; la prière devant la première rend possible l'action de la deuxième, ce qui signifie que si l'image est vénérée, Marie aide ou récompense le protagoniste. Cette argumentation émane de la revalorisation des postulats byzantins, surtout dans l'œuvre de Jean Damascène, théologien chrétien d'origine syriaque (VII[e]-VIII[e] siècles).
Les auteurs occidentaux assument l'idée du *transitus*, le "passage" en latin - "L'honneur rendu à l'image parvient au prototype sacré" - et la scolastique (la philosophie développée avec la création des universités) l'introduit dans ses réflexions.

L'attitude de l'Église et de la papauté conditionne aussi ces formules. Au XIII[e] siècle, elles commencent à utiliser les images comme preuve de l'hégémonie chrétienne. Cette circonstance et la promotion de la dévotion privée influencent leur représentation selon le contexte, public ou individuel. L'image est présentée au même niveau de réalité que les protagonistes : elle n'est plus un objet sur l'autel, mais une figure presque vivante, et en tout cas plus humanisée et plus réaliste. Dans l'expérience personnelle de chaque chrétien lors de la prière par exemple, son rôle est révélé comme un moyen de rendre plus visible la présence de la Vierge. La propriété visuelle produit une avancée fondamentale : l'image devient le substitut du prototype sacré, de sorte que les artistes ne la représentent plus sous forme de sculpture ou de peinture, mais comme la Mère de Dieu en personne. Cette idée sera finalement consolidée sous la Contre-Réforme à partir du XVI[e] siècle et sera à l'origine de la ferveur catholique jusqu'à nos jours.



L'apparition de la Vierge devant le moine Théophile. BM Besançon, MS 551, f. 15 v. © Bibliothèque Municipale de Besançon.

Au final, la culture visuelle permet de comprendre l'expérience des images miraculeuses à la fin du Moyen Âge, car les formules iconographiques s'adaptent aux nouvelles institutions, aux lois et aux interdictions. Ces miniatures sont une conséquence des préoccupations du moment et ne sont pas séparées de la mentalité de la société qui les a créées et regardées.

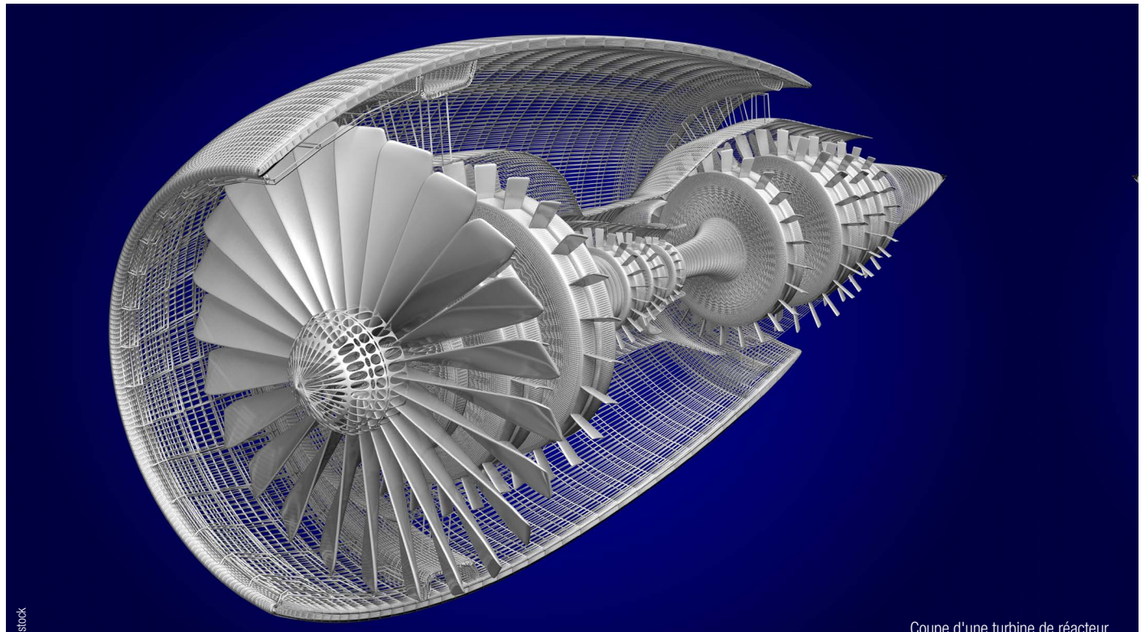


Le miracle de l'enfant qui donne un morceau du pain au Christ Enfant.
Bibliothèque nationale de France MS. NAF 15940, f. 77r.
© Bibliothèque nationale de France - Gallica.

Fuensanta MURCIA NICOLÁS < CESCM
f.murcia.nicolas@gmail.com
Chercheure invitée
Fundación Séneca de la Región de Murcia (Espagne)
http://cescm.labo.univ-poitiers.fr/

L'aéronautique de plus en plus exigeante !

Vitesse, rendement, sécurité et environnement sont les maîtres mots des évolutions technologiques de ces dernières années. Les mécaniques s'échauffent et la course aux barrières thermiques les plus performantes est lancée.



© Istock

Coupe d'une turbine de réacteur.

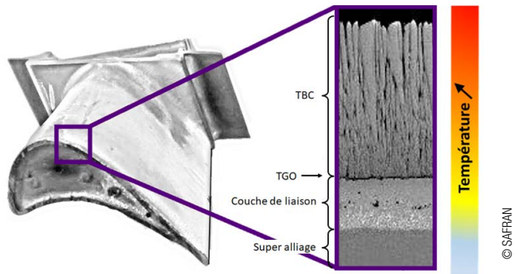
Des solutions dans le développement de nouveaux matériaux adaptés aux revêtements de surface pour améliorer les propriétés d'usage et donc les performances des pièces en service ont vu le jour. Dans le secteur de l'aéronautique, la mise au point de barrières thermiques pour protéger les pièces métalliques des moteurs (chambre de combustion, aubes de turbines, …) a permis d'augmenter la température de fonctionnement (entre 1100 et 1300 °C) des turboréacteurs et leur puissance.

Ces barrières thermiques utilisées comme revêtements protecteurs pour les aubages des étages chauds des turbines sont le moyen d'en augmenter significativement le rendement et font l'objet de nombreuses recherches.

RÉPONDRE AUX EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES

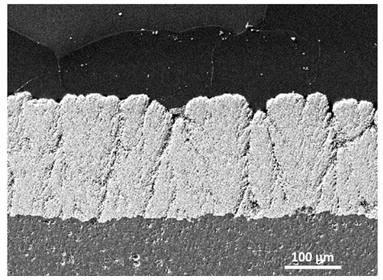
Les barrières thermiques (TBCs pour Thermal Barriers Coatings) sont un assemblage de matériaux en couches ; elles isolent thermiquement les pièces métalliques soumises à des flux gazeux corrosifs à hautes températures. La couche supérieure, appelée "top coat", constitue la barrière thermique. Elle assure l'isolation thermique de la pièce soumise à un écoulement à haute température de l'ordre de 1700 °C. C'est une couche céramique généralement à base de zircone partiellement stabilisée à l'yttrine dont la conductivité thermique est 30 fois plus faible que le métal support.

La "bond coat" est une sous couche d'accrochage permettant, d'une part, de limiter le différentiel de dilatation entre la couche céramique et la pièce métallique revêtue (couche d'adaptation mécanique). D'autre part, elle augmente la résistance à l'oxydation et à la corrosion à chaud. Cette sous-couche est généralement un alliage à base de Nickel allié avec du Chrome de l'Aluminium et de l'Yttrium ou un aluminure de nickel modifié au Platine, riche en aluminium de telle sorte qu'une couche d'alumine protectrice se forme en fonctionnement après diffusion de l'oxygène à travers la couche céramique.

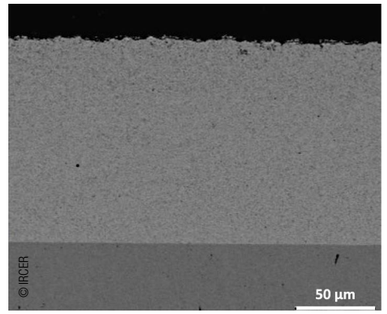


Les différentes couches d'une barrière thermique.

Historiquement, les TBCs ont été introduites dans les moteurs par la NASA à partir de 1976, puis très vite développées par les grands fabricants de systèmes de propulsion aéronautiques : General Electric, Rolls-Royce, SAFRAN. À cette époque la température de surface des dépôts était de 1050°C pour une température du superalliage de l'ordre de 950°C. Les techniques de dépôt ont ensuite évolué pour élaborer des microstructures plus performantes.



Structure colonnaire YSZ obtenue par projection plasma de suspension (SPS).



Structure dense homogène étanche YSZ obtenue par projection plasma de suspension (SPS).

Les couches de liaison dans les années 1990 ont fait l'objet d'importantes recherches aboutissant à des techniques de fabrication spécifiques très efficaces et à des brevets comme celui, toujours utilisé de nos jours, de SAFRAN.

Depuis une dizaine d'années, et avec l'émergence de problématiques environnementales, l'objectif a été d'augmenter le rendement des moteurs. Les recherches ont été relancées pour que la température de surface du top coat puisse atteindre 1200°C voire 1300°C à des coûts toujours moindres. Cette élévation de température s'accompagne de nouvelles exigences pour ces revêtements :

- l'élévation de température aggrave les contraintes thermomécaniques. La sous couche subit alors une déformation plastique due à la croissance de la couche d'alumine entrainant un écaillage de la couche céramique supérieure et ainsi une perte d'adhérence avec la pièce métallique.
- la stabilité thermique et chimique des matériaux nécessaire pour le top coat impose d'utiliser de nouveaux matériaux avec une conductibilité thermique plus faible et une grande stabilité de phase à haute température.
- l'interaction avec des corps étrangers au moteur, tels des particules de sable ou des cendres volcaniques dont la température de fusion est inférieure à celle du revêtement céramique entraîne une dégradation chimique du revêtement céramique.
- le top coat doit aussi conserver son intégrité lors d'impacts de corps étrangers solides qui le soumettent à une forte érosion mécanique.

L'ensemble de ces contraintes va de pair avec l'exigence d'une durée de vie plus longue (>10000h). Les barrières thermiques font donc systématiquement l'objet de tests très sévères de durée de vie.

FAIRE DU DÉFAUT UNE QUALITÉ

L'Institut de Recherche sur les Céramiques (IRCER UMR 7315 CNRS/ Université de Limoges) excelle depuis plus de 40 ans dans l'élaboration de ces revêtements TBCs par projection plasma. Son savoir-faire dans ce domaine est largement reconnu à l'échelle nationale et internationale. La projection thermique est un ensemble de procédés (plasma, flamme, arc électrique et détonation) utilisant une source d'énergie thermique et cinétique pour projeter tous types de matériaux et les déposer sur les pièces à protéger. Le matériau d'apport est introduit dans la source d'énergie sous forme de poudre ou de fil dont l'extrémité en fusion est atomisée ; les particules ou gouttelettes de matériau sont chauffées et accélérées dans l'écoulement avant d'impacter sur la surface à revêtir. Les revêtements sont formés par l'étalement et l'empilement des particules. Leur épaisseur peut varier de quelques microns à plusieurs millimètres selon les applications.

De l'impact des particules résulte la structure lamellaire des dépôts comportant des défauts de construction (particules infondues, porosité inter lamellaire et intra lamellaire, macro et microfissures). Ces défauts conditionnent étroitement les propriétés des dépôts. Notamment la première couche de lamelles assure l'adhérence du revêtement sur la pièce et donc sa durée de vie. L'interface dépôt/substrat doit être continue sans cavités ni fissures. Cependant, ces porosités ou ces fissures peuvent aussi devenir un atout pour obtenir une faible conductivité thermique à la condition que le dépôt résiste au cyclage thermique (échauffement et refroidissement).

> "... un savoir-faire... largement reconnu à l'échelle nationale et internationale."

DES MATÉRIAUX SUR COMMANDE

Le laboratoire, en liaison étroite avec Safran, travaille à l'amélioration des performances de ces barrières thermiques. L'IRCER développe des revêtements multicouches selon les propriétés d'usage désirées. Pour ce faire, il recherche de nouveaux matériaux pour la couche céramique et contrôle l'impact des particules lors de la construction du revêtement. Il est alors possible d'optimiser les paramètres de projection plasma permettant ainsi d'obtenir l'architecture poreuse souhaitée.

L'IRCER modélise les propriétés des revêtements réalisés, étudie leur durée de vie et optimise leur utilisation. Mais son expertise intervient spécialement dans la mise au point de nouvelles technologies de projection plasma (de suspensions ou de solutions), avec des particules inférieures au micron. La prouesse réside dans l'obtention de microstructures de dépôt très variées : des dépôts poreux aux propriétés d'isolation thermique mais également des dépôts denses et homogènes pour limiter la pénétration de sels fondus. C'est l'association de ces différentes microstructures qui permet de répondre aux exigences de ces barrières.

Globalement, la baisse de la consommation des moteurs aéronautiques est un challenge très fort entraînant des recherches colossales dans un contexte international très concurrentiel. L'expertise de l'IRCER dans ce domaine, en fait l'un des partenaires essentiels pour les industriels.

Hélène AGEORGES < IRCER
helene.ageorges@unilim.fr

Aurélien JOULIA < SAFRAN
aurelien.joulia@safrangroup.com

Simon GOUTIER < IRCER
simon.goutier@unilim.fr

www.ircer.fr

La radiochimie : à la recherche de mon radionucléide !!!

La radiochimie a vu le jour avec Marie Curie. Elle associe l'utilisation d'une propriété physique, la radioactivité ou rayonnement radioactif, à la chimie via les procédés de séparation chimique. Cette association permet de mettre en évidence les éléments radioactifs : radionucléides ou radioisotopes. Les domaines d'applications sont vastes : détermination de propriétés physico-chimiques, datation, astrophysique, physique nucléaire, détermination de propriétés nucléaires, radioécologie.

Le radiochimiste développe des protocoles de séparation d'un ou plusieurs radionucléides dans un matériau. Son objectif est d'isoler (purifier) le radionucléide d'intérêt (quelques picogrammes : 10^{-12}g) dans un échantillon de plusieurs milligrammes (10^{-3}g). Sa détection par les techniques nucléaires les rend très sensibles : quelques becquerels* suffisent. Chaque radionucléide possède une « empreinte » unique : l'énergie spécifique d'émission de son rayonnement ionisant.

Le CEMHTI (Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation – UPR CNRS 3079) est équipé d'une technique analytique de mesure du rayonnement gamma émis par les radionucléides. Cette spectroscopie a l'avantage d'être non destructive. Les radiotraceurs, créés par irradiation, permettent de suivre le parcours d'un élément ou de le séparer en choisissant le radionucléide adapté : exemple pour le manganèse on pourra le suivre avec le ^{52}Mn.

En particulier les radiochimistes élaborent une radiochimie autour de radionucléides exotiques tels que ^{52}Mn (Manganèse 52) et ^{165}Er (Erbium 165). Ils sont développés pour deux techniques d'imagerie médicale : la TEP (Tomographie par Emission de Positons) et la TEMP (Tomographie par Emission Monophotonique). La disponibilité d'un radionucléide en quantité et en qualité suffisante pour son application repose sur 3 outils indispensables : un accélérateur de particules, une cible à irradier et une méthode séparative efficace des éléments de la cible.

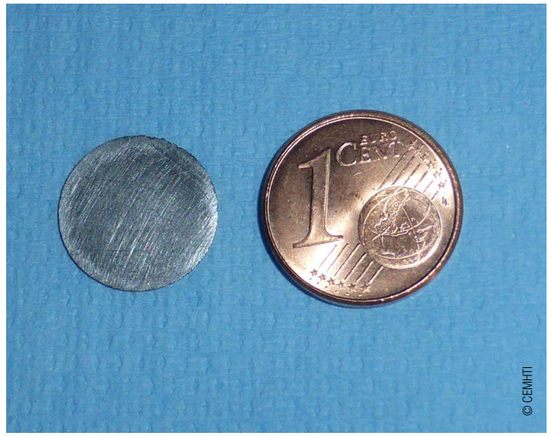
DE LA DÉLICATESSE ET DE LA FINESSE

Pour produire un radionucléide, le CEMHTI utilise un accélérateur de particules : le cyclotron. Les caractéristiques d'énergie et de mise en forme du faisceau (quasi uniques au monde) permettent de produire de nombreux radionucléides. Cet outil remarquable, associé à la méthode des radiotraceurs, sépare finement les différents éléments pour isoler le radionucléide d'intérêt. La procédure est complexe puisqu'elle nécessite le respect de plusieurs critères :

- choix et préparation de la cible pour être sûr d'avoir le bon isotope,
- suivi du processus de séparation
- un niveau de pureté très élevé.

" La fabrication d'une cible
... un délicat travail de conception."

Par exemple pour produire le ^{52}Mn, il faut irradier une cible de chrome (Cr) par un faisceau de protons optimisé en énergie à 14MeV avec libération de neutrons suivant la réaction suivante : ^{52}Cr(p,n)^{52}Mn. Le Cr est un matériau friable, non disponible sous forme de feuille prête à être irradiée, contrairement à la plupart des métaux. La fabrication d'une cible de Cr demande donc un délicat travail de conception. En optimisant certains paramètres (poids, pression de compactage, température et atmosphère de frittage, polissage), une pastille se conçoit à partir de la poudre de Cr (poids 300-400 mg - diamètre 13mm – épaisseur 300 à 400µm) et d'une température de frittage (chauffage) à 800°C.



Pastille de chrome (Ø 13mm).

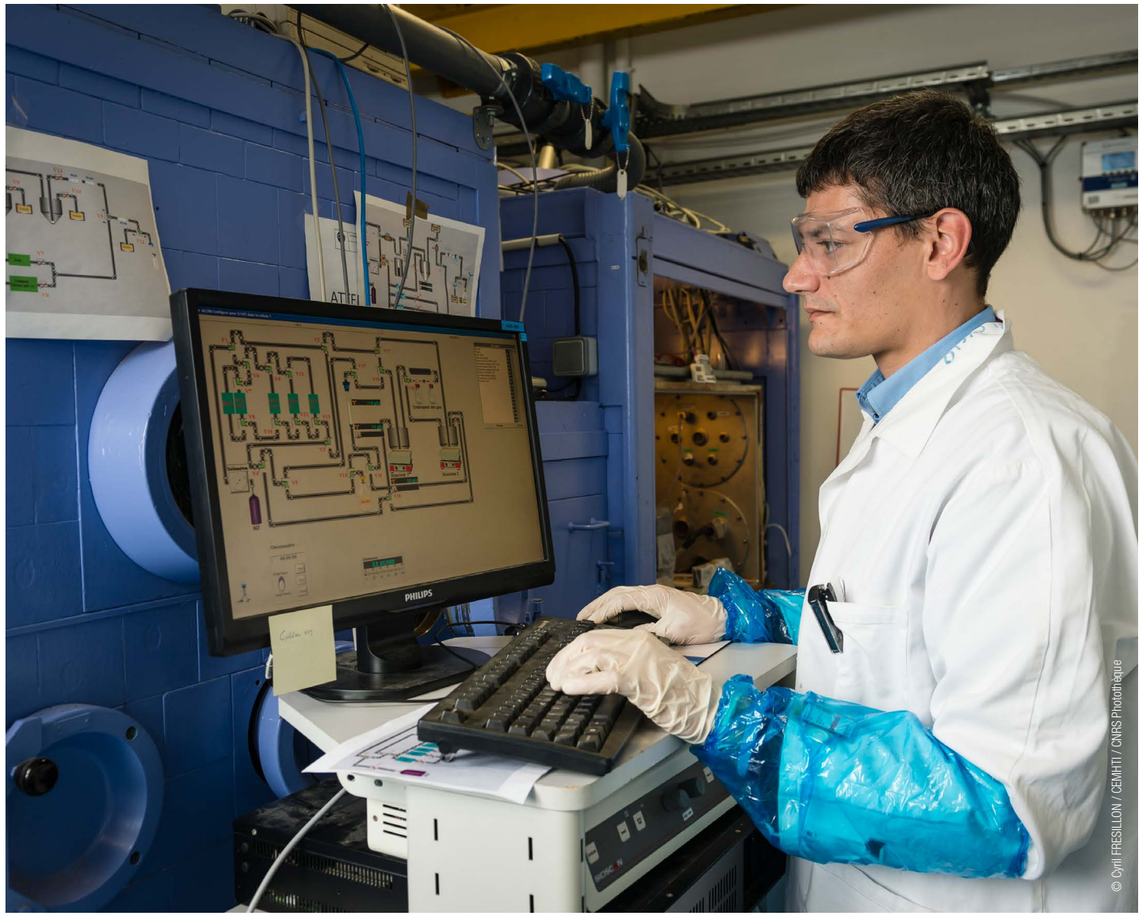
La validation est soumise à la vérification de la tenue mécanique, testée tout d'abord à faible courant (intensité ≤ 2µA/h), puis à des intensités plus fortes (15-20µA/h)**.

Les premiers essais de séparation Cr/Mn ont été réalisés selon un protocole publié dans la littérature. Mais ce n'est pas toujours possible car les données bibliographiques pour une séparation sont rares, d'autant plus que la séparation est complexe. L'exemple de l'^{165}Er, dans la famille des lanthanides, illustre bien le protocole pour l'obtention d'un radionucléide pur. Il est accessible par irradiation d'une cible naturelle d'holmium (Ho) (lanthanide voisin de l'erbium dans le tableau périodique) par un faisceau de protons ou de deutons. Sa demi-vie $T_{1/2}$ = 10,36 h*** est compatible avec le radiomarquage de petites molécules. La séparation de deux lanthanides adjacents est complexe parce qu'ils ont un comportement chimique similaire. De plus, les réactifs utilisés pour la séparation doivent être compatibles avec le radiomarquage.

LA SÉCURITÉ D'UN PROCESSUS COMPLEXE

Le radiochimiste doit définir les conditions de séparation des éléments : quel matériau pour les extraire (résine ionique, résine d'extraction) ? quel éluant (forme chimique, concentration, volume) ? Il conçoit une automatisation de son procédé pour manipuler de fortes activités en toute sécurité (protection des rayonnements ionisants : radioprotection).

Après avoir déterminé les coefficients de distribution (répartition des éléments entre la phase liquide et la phase solide (résine)) de l'holmium et de l'erbium, il teste les meilleures conditions en petite colonne (2 mL). L'échantillon est déposé sur le haut de la colonne et la phase liquide (acide nitrique) est constamment ajoutée sur la résine : c'est la phase d'élution de la colonne. Les différentes fractions, récupérées en sortie, sont mesurées par spectrométrie gamma. L'échantillon le plus pur en ^{165}Er est utilisé pour le radiomarquage des molécules d'intérêt. En disposant d'un accélérateur de particules aux caractéristiques rares au plan mondial, avec des compétences sur les propriétés des matériaux et des moyens de les caractériser, le CEMHTI a rendu possible, pour la première fois en France, la production de ^{52}Mn ou d'^{165}Er.



Radiochimiste réalisant la purification de l'^{165}Er avec un système automatisé piloté par le software ACCRA (logiciel conçu en interne).

De la production du radionucléide jusqu'à l'obtention d'une image, la radiochimie est l'élément moteur de cette dynamique centrée sur l'accessibilité à des radionucléides exotiques. Des résultats extrêmement encourageants ont déjà été établis avec la mise au point de la fabrication d'une pastille de chrome et la production de ^{165}Er par voie proton ou deuton, séparation Er/Ho et automatisation en ligne.
La prochaine étape est d'optimiser ces séparations en concevant de nouveaux matériaux aux capacités d'adsorption plus grandes et surtout plus sélectives, notamment pour les lanthanides (ou terres rares). Ce critère limite notamment l'accès à certains radiolanthanides, dont les schémas de décroissance suggèrent déjà de forts potentiels pour des applications thérapeutiques.

*Bq : unité officielle de la radioactivité

** Cette procédure a été mise au point dans le cadre du projet CiSCoTe (Cible Solide Irradiée Contrôlée en Température), défi CNRS " Instrumentation aux limites", 2017.

*** La demie-vie $T_{1/2}$ correspond au temps au terme duquel la moitié des noyaux radioactifs se sont désintégrés. Dans le cas présent, il faut 10h36.

Isidro DA SILVA < CEMHTI
isidro.dasilva@cnrs-orleans.fr
http://www.cemhti.cnrs-orleans.fr

Une histoire de zinc !

47 éléments chimiques sont présents à l'état naturel dans le corps humain. Parmi eux, le zinc. Associé à certaines maladies, sa détection, non invasive pour le patient, pourrait s'avérer utile pour des diagnostics précoces. Mais encore faut-il le trouver !

Le zinc, présent en grande quantité dans le corps humain, est impliqué dans de nombreux processus biologiques. Sa concentration est hautement régulée par les cellules. Mais des dérégulations ont été associées à différentes pathologies comme les cancers, les maladies neurodégénératives (maladie d'Alzheimer) ou le diabète.

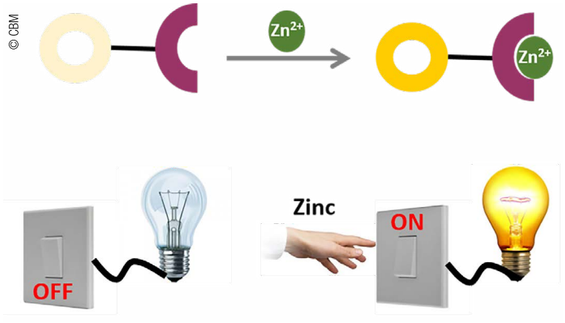
IMAGER LES MOLÉCULES

L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est une technique d'imagerie non invasive possédant une excellente résolution spatiale et temporelle. Son talon d'Achille, sa faible sensibilité, peut être compensé par l'administration d'un agent de contraste. L'IRM a très longtemps été utilisée en imagerie anatomique, mais depuis une dizaine d'années, elle devient une technique incontournable en imagerie moléculaire. Contrairement à l'imagerie anatomique, qui met en évidence des changements morphologiques, elle caractérise l'état des tissus, comme leur pH, leur température, la présence d'enzymes ou d'ions etc… L'imagerie moléculaire nécessite l'utilisation d'un agent de contraste, ce qui n'est pas forcément le cas de l'imagerie anatomique. Elle permet en principe un diagnostic beaucoup plus précoce, puisque ces changements physiologiques apparaissent bien avant les changements morphologiques qu'ils engendrent.

Il est alors nécessaire de concevoir des agents de contraste IRM dont l'efficacité va varier en fonction d'un biomarqueur (enzyme, pH, ion…) donné. Une contrainte cependant : ces agents doivent être sélectifs du biomarqueur envisagé. L'IRM est donc une technique de choix pour la détection d'ions présents dans le milieu extracellulaire, comme le zinc.

LA CONCEPTION D'AGENTS IRM

Un agent IRM sensible au zinc va comporter trois parties : une partie active en IRM, une partie dédiée à la reconnaissance du zinc et un espaceur entre les deux. La partie de reconnaissance du zinc va devoir influencer l'efficacité IRM de l'agent de sorte qu'en présence de zinc l'agent de contraste « s'allume »*. C'est toute la difficulté de la conception et c'est la spécialité du Centre de Biophysique Moléculaire à Orléans (UPR 4301).



Représentation schématique du fonctionnement des agents de contraste sensibles au zinc. Les agents comportent 3 parties : une partie active en IRM (jaune), une partie de reconnaissance du zinc (violet) et un espaceur (noir). La reconnaissance du zinc entraîne un changement de l'efficacité de l'agent qui se traduit par "l'allumage" de la partie active en IRM.

Après une optimisation pas à pas des différentes parties de l'agent, un agent de contraste permettant de détecter le zinc a été mis au point. Toutefois, afin de comprendre le rôle du zinc au niveau biologique et de mettre en évidence une dérégulation de cet ion métallique (qui peut correspondre au développement précoce d'une maladie), sa détection quantitative est nécessaire. Or le signal IRM va dépendre à la fois de la quantité de zinc et de la concentration de l'agent de contraste à un endroit donné, qui n'est pas connue. On sait quelle quantité d'agent de contraste est injectée, par contre on ne sait pas comment il va se répartir dans le corps. C'est cette donnée qu'il est indispensable d'obtenir.

"...la concentration en zinc tant recherchée... déterminée avec une bonne précision."

L'USAGE INDISPENSABLE DE LA BIMODALITÉ

Afin de quantifier le zinc, il faut faire appel à une technique complémentaire à l'IRM permettant de connaître la quantité d'agent de contraste à un endroit donné. Les techniques d'imagerie quantitatives (qui déterminent précisément la quantité d'agent) comme les imageries nucléaires telles que la Tomographie par Emission Monophotonique (TEMP) sont alors privilégiées. En effet, l'agent de contraste actif en imagerie nucléaire émet un signal qui est proportionnel à la quantité d'agent, mais insensible au zinc. Le challenge est donc de développer un agent de contraste actif en imagerie nucléaire qui se répartira dans le corps de la même façon que l'agent IRM. Or on sait que des petits changements de structure chimique d'un agent influencent sa distribution. L'idée a donc été d'utiliser les propriétés exceptionnelles d'une famille de la classification périodique, les lanthanides. Les cations lanthanide ont tous des propriétés chimiques similaires alors que leurs propriétés physiques (qui leur confèrent leur intérêt en imagerie) diffèrent. Ainsi, le cation gadolinium est utilisé principalement pour les

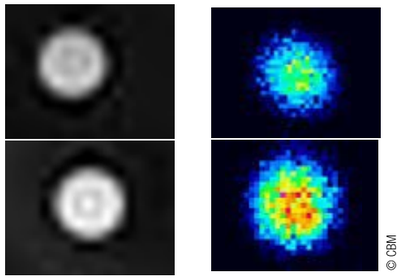
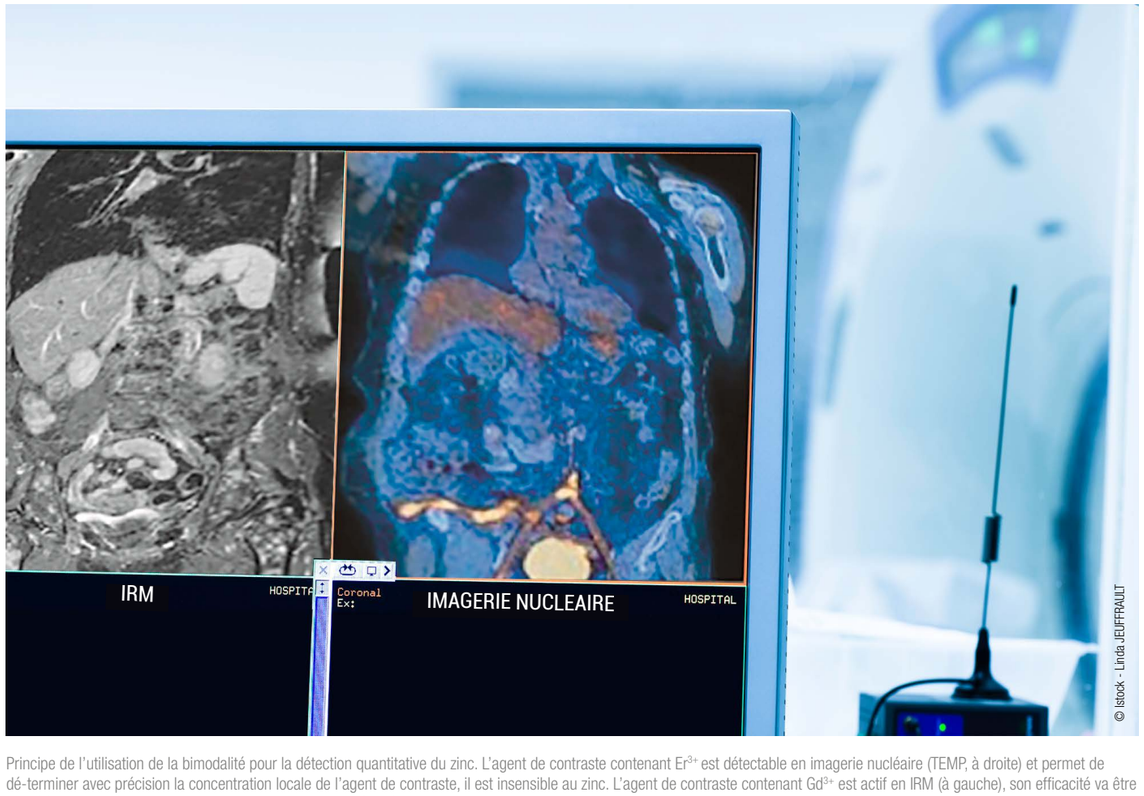


Image IRM à 1.5 T (gauche) et image correspondante de la γ-caméra (droite) d'un échantillon contenant l'agent de contraste et une quantité inconnue de zinc. La combinaison des données obtenues par ces 2 images (temps de relaxation en IRM et activité radioactive en TEMP) permet de remonter à la concentration inconnue en zinc.



Principe de l'utilisation de la bimodalité pour la détection quantitative du zinc. L'agent de contraste contenant Er^{3+} est détectable en imagerie nucléaire (TEMP, à droite) et permet de dé-terminer avec précision la concentration locale de l'agent de contraste, il est insensible au zinc. L'agent de contraste contenant Gd^{3+} est actif en IRM (à gauche), son efficacité va être modifiée par la présence de zinc mais on ne peut pas accéder à sa concentration locale. La combinaison de ces 2 agents et des 2 techniques d'imagerie va permettre de détecter le zinc de façon quantitative.

agents IRM actuels. Il existe également divers isotopes (même nombre de protons, caractéristique de l'élément, mais nombre de neutrons différents) de lanthanides qui ont des propriétés radioactives intéressantes en imagerie. En gardant la même structure chimique de l'agent, le cation gadolinium de l'agent de contraste IRM est remplacé par un cation radioactif pour obtenir un agent de contraste actif en TEMP. On injecte ensuite un cocktail de ces deux agents dans des proportions respectant la sensibilité de chaque technique puisque l'IRM est au moins 10^{-6} fois moins sensible que l'imagerie TEMP. Le choix du cation lanthanide radioactif s'est porté sur $^{165}Er^{3+}$ car il possède un temps de demi-vie de 10.36 h (temps au terme duquel la moitié des noyaux radioactifs se sont désintégrés), idéal pour les applications médicales. La production et la purification de $^{165}Er^{3+}$ ont été mises au point au laboratoire Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation (UPR 3079) à Orléans.

LA PREUVE PAR L'IMAGE

Des échantillons comportant des quantités inconnues en zinc ont ensuite été préparés. Dans un premier temps, des mesures de radioactivité et des images à l'aide d'une γ-caméra de ces échantillons ont été réalisées au Centre d'Imagerie du Petit Animal d'Orléans (TAAM UPS44). Là, les chercheurs ont pu accéder à la concentration de l'agent. Après disparition de la radioactivité, ils ont réalisé des images IRM au Laboratoire Imagerie & Cerveau (iBrain – UMR 1253 INSERM/Université de Tours) sur un imageur standard en milieu hospitalier. La présence de zinc a été mise en évidence et, à l'aide d'une courbe d'étalonnage, la concentration en zinc tant recherchée a pu être déterminée avec une bonne précision.

Cette preuve de concept de la quantification du zinc *in vitro* est un premier pas prometteur vers la quantification *in vivo*. Ceci devrait aboutir à terme à mieux comprendre son rôle dans les nombreuses pathologies dans lesquelles il est impliqué, voire d'en découvrir d'autres. Il devrait également être possible de détecter ces maladies beaucoup plus tôt qu'actuellement pour les populations à risque. Cette technique peut tout à fait s'appliquer au dépistage d'autres biomarqueurs signatures d'autres pathologies.

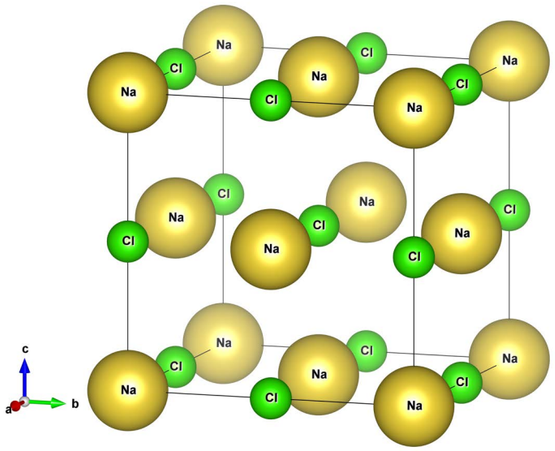
Celia BONNET < CBM
celia.bonnet@cnrs-orleans.fr
http://cbm.cnrs-orleans.fr/

*Ce projet a été financé par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR JCJC).

Quand Darwin rencontre Mendeleïev

Des chimistes théoriciens appliquent les règles de la sélection naturelle chère à Darwin pour prédire de nouveaux matériaux*. Célébrée par l'UNESCO pour ses 150 ans, la classification périodique des éléments de Mendeleïev est une palette pour le design de structures inédites par simulation numérique.

L'étude des cristaux à l'échelle atomique, c'est-à-dire du nanomètre permet de comprendre leurs propriétés à l'échelle macroscopique, c'est-à-dire à l'échelle humaine. Aussi, la prédiction de nouvelles structures cristallines à partir de la seule connaissance de la composition chimique est un défi majeur en sciences des matériaux.



Les atomes de sodium Na se placent aux sommets et au milieu des faces de la boite, tandis que les atomes de chlore Cl occupent les milieux des arêtes et le centre du cube.

STRUCTURE, VOUS AVEZ DIT STRUCTURE ?

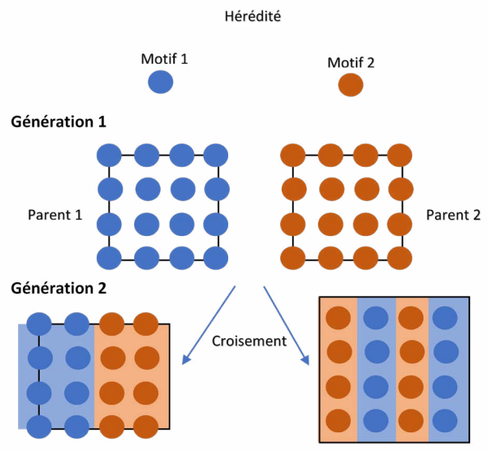
Un cristal présente un motif qui se répète selon les trois directions de l'espace. Ce motif, nommée maille cristalline, peut être vu comme une boîte contenant plusieurs atomes arrangés de façon bien déterminée. A chaque arrangement est associé une énergie, déterminée par la résolution de la célèbre équation de Schrödinger $H\Psi=E\Psi$ via une méthode de chimie quantique adaptée. La structure la plus stable est celle qui aura l'énergie la plus basse. Par exemple, pour le chlorure de sodium (NaCl) solide, plus communément nommé sel de table, la maille est cubique. Cet arrangement particulier est lié aux liaisons chimiques existantes entre ces atomes et définit les propriétés macroscopiques du NaCl. Aussi, pour la compréhension d'un matériau cristallin, il est primordial de connaître l'arrangement des atomes, c'est-à-dire leur environnement : combien de voisins ? Forment-ils un octaèdre, un prisme… ? Cependant, comment accéder aux structures par simulation numérique ?

ACCÈS À LA STRUCTURE PAR SIMULATION NUMÉRIQUE

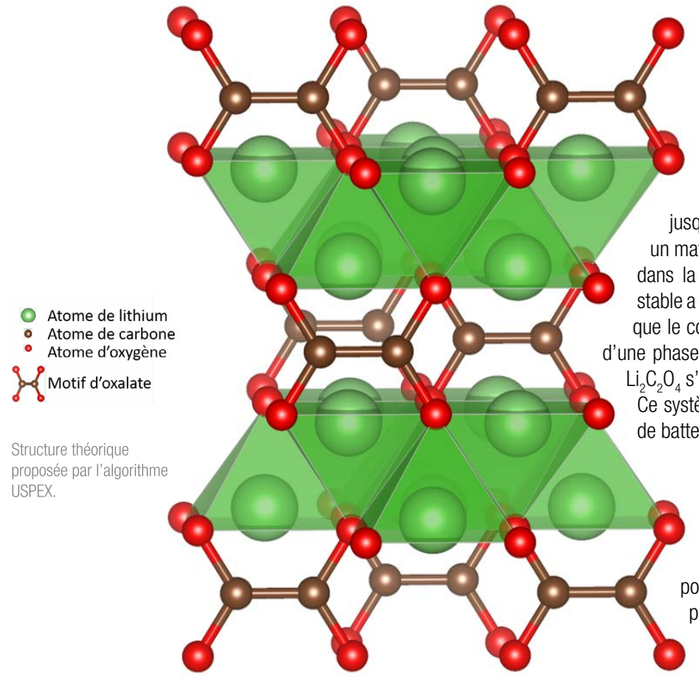
Le but est donc de déterminer, pour un nombre et un type donné d'atomes dans la maille, leur arrangement à 3 dimensions, c'est dire leurs positions (x,y,z) et les 3 vecteurs de répétition. Cet exercice est loin d'être trivial : il s'agit d'identifier la ou les structures cristallines les plus basses en énergie, parmi des millions de structures possibles. Par exemple, la répartition aléatoire de 20 atomes dans une boîte cubique peut engendrer a priori 10^{25} structures cristallines différentes. Imaginons qu'il faille 1 seconde de temps de calcul pour déterminer numériquement l'énergie associée à chaque structure. Le temps global nécessaire pour déterminer les structures cristallines de plus basses énergies dépasserait alors l'âge de l'univers (10^{17} ans) ! La problématique est donc la suivante : comment accéder au composé cristallin stable le plus rapidement possible, en monopolisant un minimum de ressources informatiques ?

ALGORITHME (R)ÉVOLUTIONNAIRE

Récemment, A. R. Oganov (Moscou), a proposé une méthode pour déterminer l'arrangement cristallin le plus stable, implémentée dans un code nommé USPEX. Quel est son principe ? Un fragment d'une structure cristalline peut s'associer à une brique élémentaire d'une seconde structure. Des liaisons sont créées entre ces deux fragments et, si ce nouvel arrangement est plus stable que ses "parents", cet "enfant" est autorisé "à se reproduire", c'est à dire à se combiner avec un autre motif d'une autre structure. Si cet arrangement est trop haut en énergie – donc instable énergétiquement –, il est généralement écarté du cheptel des "reproducteurs potentiels". Cependant, afin de maintenir une bonne diversité "génétique" et s'assurer de l'efficacité de la sélection "naturelle", il est intéressant de conserver quelques structures hautes en énergie (instables) dans le processus évolutif. Ainsi, de génération en génération, les meilleurs motifs, présentant des liaisons stables entre atomes du cristal sont rapidement identifiés.
Par cette approche auto-apprenante, le minimum global d'énergie est atteint suite à l'optimisation de 1 000 à 3 000 structures cristallines au lieu des milliards de structures potentielles !



Ce programme informatique s'appuie sur un algorithme évolutionnaire basé sur la théorie Darwinienne : des structures sont croisées jusqu'à engendrer la structure optimale.



Structure théorique proposée par l'algorithme USPEX.

Ainsi, le design *in silico*, c'est-à-dire par simulation numérique, de nouveaux composés cristallins aux propriétés physico-chimiques originales est désormais possible.

> "...Donne-moi une formule chimique et je t'indiquerai sa structure cristalline."

VERS LA DÉCOUVERTE DE NOUVEAUX MATÉRIAUX

Par cette approche, de nombreuses phases hypothétiques ont été proposées, voire synthétisées. Le groupe de chimistes théoriciens de l'IC2MP s'intéresse particulièrement au comportement de la matière sous des pressions variant de 0 à 100 GPa (Gigapascal), accessibles expérimentalement (pour comparaison, au centre de la Terre : 360 GPa). Récemment, ils se sont intéressés à la polymérisation de molécules peu réactives telles que CO_2 (stockage et valorisation du dioxyde de carbone) et N_2 (le diazote, molécule très énergétique et abondante sur Terre), en présence d'autres éléments chimiques comme Li (lithium) ou encore Ba (baryum).

L'idée est d'utiliser des éléments susceptibles d'affaiblir les liaisons de ces molécules, et d'initier les réactions par l'application d'une pression externe. Par cette démarche, il a été possible de "synthétiser numériquement" par ordinateur de nouveaux matériaux, plus complexes. Par exemple, de nouvelles structures azotées inédites $A_x(N_2)_y$ (A=Mg, Ba, Mo, Zr,…) ont été obtenues : motifs basés sur des cycles à 5 et 6 atomes d'azote, chaines infinies… Sous choc, ces matériaux riches en azote se décomposent en N_2 gazeux et en élément chimique A, libérant de l'énergie. C'est ce principe qui est mis en œuvre dans certains air-bags avec le KN_3 (3 atomes d'azote pour un potassium). Or, sont prédits ici des composés comprenant jusqu'à 10 atomes d'azote par formule chimique, tel $Ba(N_5)_2$, un matériau hautement énergétique et explosif ! Autre exemple : dans la famille Li-CO_2 sous pression, une nouvelle composition stable a été observée, $Li_4C_2O_4$. Ce composé est plus riche en lithium que le composé expérimental, $Li_2C_2O_4$. Théoriquement, le passage d'une phase à une autre selon la réaction chimique $Li_4C_2O_4 = 2Li + Li_2C_2O_4$ s'accompagnerait d'une tension électrique de plus d'un volt. Ce système $Li_xC_2O_4$ pourrait alors être d'intérêt dans l'élaboration de batteries au lithium biosourcées .

La prédiction de nouveaux matériaux par algorithme évolutionnaire et calculs quantiques permet la découverte de structures originales, par la seule connaissance de la composition chimique, du moins pour des systèmes chimiques de petite taille (<60 atomes par maille). De ces structures, il est ensuite possible de calculer une batterie de propriétés physico-chimiques : dureté, conductivité électrique, supraconductivité…
Mais, sans analyse et modèle compréhensif, ces nombres issus de la simulation sont fades. Il s'agit de donner du sens à ces données calculées, travail du chimiste théoricien.

La simulation ne se substituera jamais à l'expertise de l'exploration expérimentale. Néanmoins, les chercheurs souhaitent que les structures proposées stimulent la curiosité de la communauté "synthèse et caractérisation des matériaux". Ce dialogue théorie-expérience a porté ses fruits : citons la prédiction puis la synthèse récente de Na_3Cl, $NaCl_3$, H_3Cl et TiN_2 . Restera aux théoriciens à contribuer à la réalisation de ce rêve fou "Donne-moi une formule chimique et je t'indiquerai sa structure cristalline". Un rêve ? Sans aucun doute. Mais en cours de réalisation.

Rabii LARHLIMI < IC2MP
rabii.larhlimi@univ-poitiers.fr
Frédéric GUÉGAN < IC2MP
frederic.guegan@univ-poitiers.fr
Gilles FRAPPER < IC2MP
gilles.frapper@univ-poitiers.fr
http://ic2mp.labo.univ-poitiers.fr
http://www.uspex-team.org/en

* Projet soutenu par ANR Predict_2D_Nanomat et PHC Cai Yuanpei 2018, ainsi que par le GENCI (calcul haute performance)

SMOG, ozone et inflammation respiratoire

Le smog, ce nuage brunâtre au-dessus des villes est un signe évident de pollution. L'ozone qu'il contient est très réactif et cause irritations et inflammations des voies respiratoires, ce qui engendre des maladies pulmonaires chroniques avec emphysème et insuffisance respiratoire.

Le terme smog vient de la contraction de deux mots anglais *smoke* (fumée) et *fog* (brouillard). Ce terme décrit le mélange de brouillards polluants composés de fumées issues de combustions diverses, qui nous accable périodiquement. Cette pollution est due à l'émission de dioxyde d'azote et à des composés organiques volatils provenant de l'industrie, du chauffage et du trafic routier.

En présence de soleil et de chaleur, le dioxyde d'azote est photolysé pour former du monoxyde d'azote et de l'ozone (O_3), très réactif et instable. La production d'ozone est donc favorisée par plusieurs facteurs, comme la chaleur (> 25°C), le soleil (rayons UV), les polluants aériens organiques et l'absence de vent. Compte-tenu de ces facteurs, on comprend que les pics d'ozone se forment principalement en fin de printemps ou en été.

OZONE ET SANTÉ

L'ozone est nocif pour la santé, essentiellement pour le système respiratoire. Pénétrant dans le nez, la bouche et les poumons, l'ozone déclenche une irritation des muqueuses respiratoires qui peut conduire à une toux, un essoufflement et de l'asthme. Il peut aussi provoquer une irritation des conjonctives des yeux.

Tous ces symptômes peuvent apparaître dès une exposition à l'ozone de l'ordre de 0,01 ppm (particule par million) pendant une période courte. Plusieurs réactions chimiques se produisent au niveau des muqueuses respiratoires avec irritation suivi d'inflammation, d'hyperréactivité bronchique et d'asthme. La gravité de la maladie est dépendante de la dose et de la durée d'exposition. Le seuil symptomatique déterminé par l'OMS est à 0.1 ppm, mais une exposition chronique supérieure à 0.2 ppm conduit à une inflammation chronique comme la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), l'asthme et l'emphysème. L'effet nocif découle de l'exposition et de la sensibilité des individus à l'ozone. Mais comme pour la pollution aux particules fines, les personnes sensibles à l'ozone sont les enfants, les femmes enceintes, les sujets âgés, les personnes allergiques ou souffrant de maladies pulmonaires ou cardiovasculaires.

"... La capacité de régénération de la barrière respiratoire est énorme..."

Le laboratoire INEM (Immunologie et Neurogénétique Expérimentales et Moléculaires – UMR 7355 CNRS/Université d'Orléans/CHRO) a établi un modèle d'exposition aiguë et chronique à l'ozone chez la souris pour étudier l'impact sur le poumon. L'ozone est généré d'une façon contrôlée par un "ozonisateur" et les souris sont exposées à 1 ppm pour 1 h pour étudier l'effet aigu, ou pendant 6 semaines (à raison de 1.5 ppm pour 2h, 2x /semaine) pour étudier l'effet chronique.

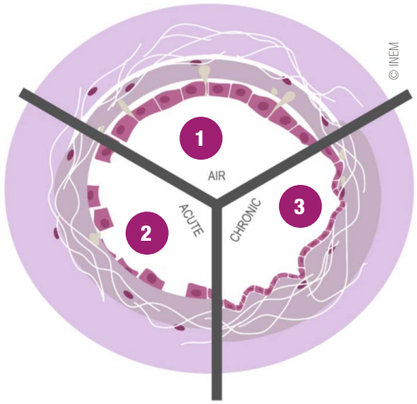


Schéma représentant les changements au niveau bronchial induits par une exposition aigue (acute) et chronique à l'ozone : 1 - Sans exposition à l'ozone, la barrière épithéliale (en rose foncée) est normale. La couche de collagène est fine. 2 - Une exposition aigue à l'ozone provoque un endommagement de la barrière épthéliale et un depôt de collagène indiquant une fibrose. 3 - Après une exposition chronique, la barrière est amincie. Le taux de collagène augmente autour des bronches et dans le poumon indiquant une emphysème associée à une fibrose.

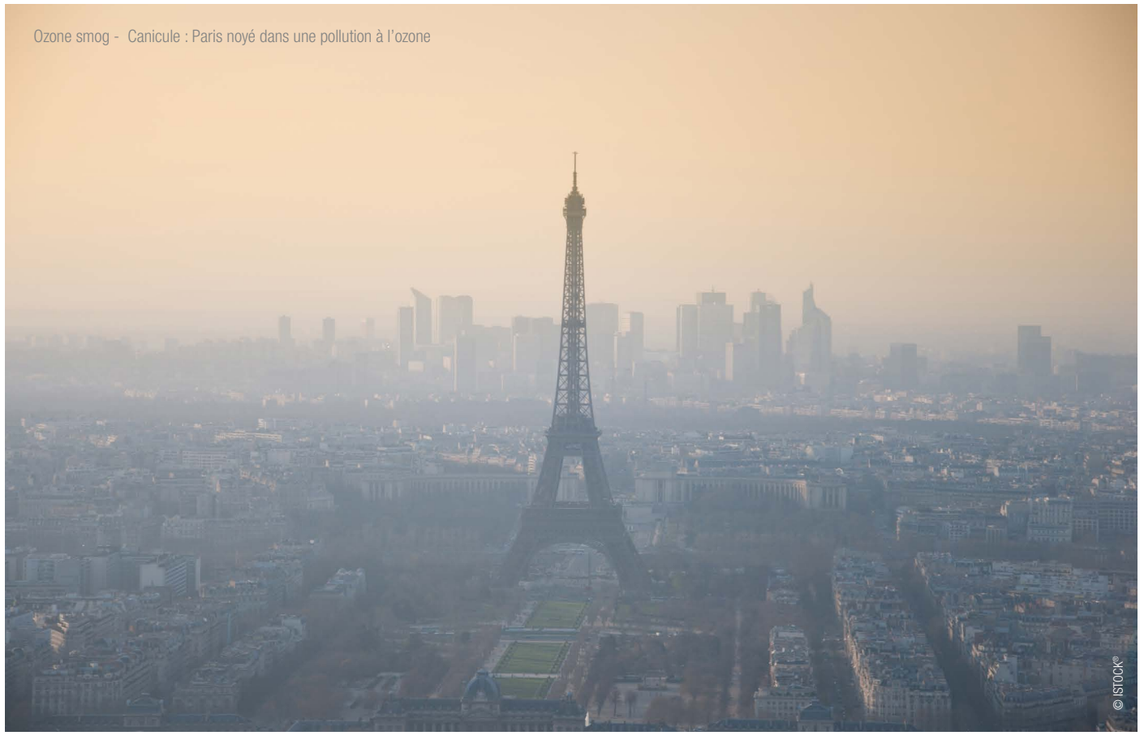
Dans le modèle aigu, une seule exposition à l'ozone provoque une rupture de la barrière respiratoire avec fuite de protéines sériques, desquamation des cellules épithéliales nécrotiques dans le fluide broncho-alvéolaire rapidement, 2 à 4h après l'exposition. Cela est suivi par l'apparition de cellules inflammatoires après 12h puis des signes de réparation de la muqueuse apparaissent entre 24h et 48h. La capacité de régénération de la barrière respiratoire est énorme. Dans ce processus, le laboratoire a mis en évidence le rôle des médiateurs de la famille des interleukines, notamment IL-1a et IL-33. Lors de l'exposition aigue les souris ont également développé une hyperréactivité bronchique typique de l'asthme. Les résultats montrent un effet immédiat de l'ozone au niveau morphologique et fonctionnel des voies respiratoires, mais ces effets semblent réversibles.

Par contre, une exposition régulière de l'ordre de 6 semaines conduit à une inflammation chronique avec fibrose et emphysème et à des dommages irréversibles. Les cellules épithéliales des voies respiratoires et alvéolaires sont progressivement détruites par l'exposition chronique à l'ozone. La réparation qui s'en suit est insuffisante. Il y a donc une perte des parois alvéolaires et du nombre des alvéoles. Les alvéoles survivantes sont plus volumineuses, symptomatiques de l'emphysème. En conséquence la surface des échanges respiratoires au niveau pulmonaire est progressivement diminuée. L'emphysème est associé à une inflammation chronique avec la production de collagène (fibrose), pouvant mener à une insuffisance respiratoire. Les facteurs contribuant à la destruction progressive des cellules épithéliales sont peu connus. Ils font partie du projet de recherche de l'INEM.

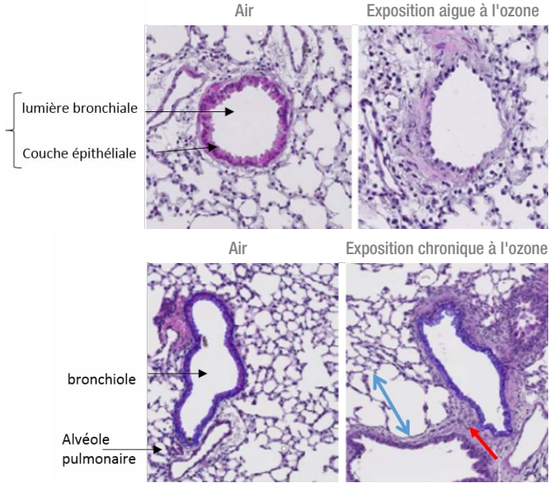
HYPOTHÈSE DE TRAVAIL

Dans ce contexte, le laboratoire a identifié plusieurs facteurs responsables de ces pathologies inflammatoires comme les interleukines de la famille IL-1 et IL-17. Les interleukines sont des médiateurs protéiques qui ont un effet bénéfique et homéostatique pour le système immunitaire. Pourtant dans les pathologies inflammatoires comme la BPCO ou l'asthme, IL-1 et IL-17 augmentent l'inflammation et l'endommagement. Par contre l'IL-33 a un effet protecteur de la lésion épithéliale.

Le laboratoire mène des investigations pour mieux comprendre les mécanismes qui conduisent à une maladie respiratoire chronique. En collaboration avec des partenaires scientifiques et industriels*, ces travaux ont pour vocation d'identifier des cibles thérapeutiques pour le développement de nouveaux médicaments.


Ozone smog - Canicule : Paris noyé dans une pollution à l'ozone

© ISTOCK®



*L'INEM collabore avec l'Institut de Chimie Organique et Analytique d'Orléans (ICOA – UMR CNRS/université d'Orléans), le Centre de Biophysique Moléculaire (CBM), l'Imperial College de Londres et les sociétés Artimmune, Boehringer Ingelheim et Biocellvia.
Le projet est soutenu par CNRS, INSERM, Région Centre, Boehringer Ingelheim.

Bernhard RYFFEL < INEM
bryffel@cnrs-orleans.fr
Valérie QUESNIAUX < INEM
quesniaux@cnrs-orleans.fr
www.univ-orleans.fr/es/inem

Pour la certification de la reproductibilité des études économiques

Une large part de la recherche en économie et en gestion est aujourd'hui de nature empirique et computationnelle. L'activité du chercheur dans ces disciplines consiste très souvent à analyser des jeux de données à l'aide de logiciels informatiques. Dans les années 1970, seuls 10% des articles les plus importants en économie – ceux qui attirent le plus de citations – étaient de nature empirique. Dans la mesure où ce pourcentage se situe aujourd'hui autour de 75%, on comprend aisément que la question de la reproductibilité des résultats scientifiques devienne particulièrement pressante.

Mais qu'entend-on exactement par reproductibilité ? Un article est qualifié de "reproductible" s'il est possible de refaire exactement la même analyse et d'obtenir les mêmes résultats à partir des données et des codes informatiques fournis par les auteurs. Ainsi, la reproductibilité est une norme minimale de transparence qui implique que les chercheurs mettent à disposition les codes informatiques et les données utilisés dans le cadre de leurs recherches.

Mais le font-ils en pratique ? Afin de répondre à cette question, deux économistes, l'un du Laboratoire d'Économie d'Orléans (FRE2014 - CNRS/Université d'Orléans/Université de Tours), l'autre de HEC Paris - Finance Department, proposent un état des lieux, une discussion des limites actuelles, ainsi qu'une solution innovante, celle de la certification.

POLITIQUE DE REPRODUCTIBILITÉ

En premier lieu, il est intéressant de noter qu'à leur connaissance, aucune revue en économie-gestion ne requiert les codes et les données au moment de la soumission des articles. Par conséquent ces ressources échappent totalement au processus de validation scientifique de l'arbitrage.

Seules quelques revues souvent parmi les plus prestigieuses recommandent ou imposent que les codes et les données soient mis à disposition une fois l'article publié. Ces recommandations s'inscrivent généralement dans le cadre de politiques de "reproductibilité" ou de "disponibilité des données" (Data Availability Policy ou DAP). La mise en œuvre de ces politiques repose généralement sur des sites d'archivages propres aux revues ou sur des services d'archivage externalisés tels que Dataverse, Mendeley Data, ou le service RunMyCode développé par le laboratoire en 2014.

Höffler (2017) étudie 343 revues académiques d'économie-gestion et montre que près de la moitié n'a aucune politique de reproductibilité. Parmi les journaux disposant d'une DAP, 14% suggèrent aux auteurs de partager leurs données en cas de demande ponctuelle, 32% recommandent de déposer les données sur un service d'archivage ouvert. Finalement, seuls 8% des journaux exigent que les données soient rendues disponibles.

Comme la mise à disposition des codes est rarement imposée en économie, on peut s'interroger sur le pourcentage d'articles pour lesquels les données sont réellement disponibles. Dans une étude portant sur les 333 revues académiques incluses dans la base Web of Science, Duvendack, Palmer-Jones et Reed (2017) montrent que seules 28 revues mettent effectivement à disposition les codes et les données pour au moins 50% des articles empiriques qu'elles ont publiés récemment.
Comment expliquer le manque de participation des chercheurs ? Les raisons invoquées sont nombreuses : le temps nécessaire à la préparation des codes et des fichiers de données avant leur mise en ligne ; l'absence de bénéfices directs, que ce soit en termes de notoriété ou de promotion ; le risque de perte de réputation en cas d'erreur ; la perte d'un avantage compétitif ; des raisons légales lorsque la recherche est basée sur des données confidentielles.


© Istock

30% SEULEMENT D'ARTICLES RÉPLIQUABLES

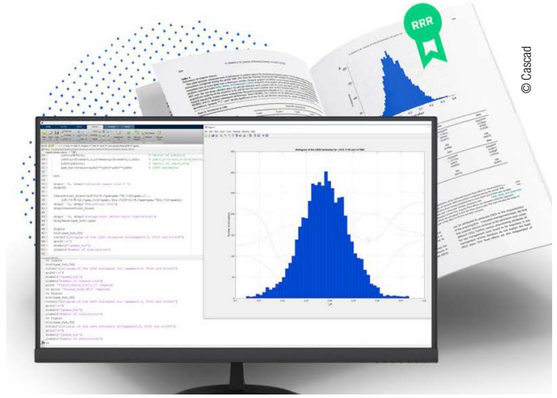
Est-ce que les ressources déposées sur ces systèmes d'archivage permettent effectivement d'améliorer la reproductibilité des résultats publiés ? Malheureusement, la réponse est "assez rarement". Une des premières études exploitant une archive de codes et de données fut celle de McCullough, McGeary et Harrison, publiée en 2006, qui analysait les ressources mises en ligne par le Journal of Money, Credit and Banking (JMCB). Considérant un échantillon de 193 articles empiriques, les auteurs n'étaient parvenus à reproduire les résultats que de seulement 14 articles, soit à peine 7%.

Onze ans plus tard, et en dépit des nombreux efforts déployés par les revues pour promouvoir la recherche reproductible, le constat est toujours aussi sombre. L'étude récente de Chang et Li (2017) montre que seulement un tiers environ des articles publiés dans les meilleures revues d'économie dotées d'une DAP peuvent être répliqués. McCullough (2018) conclut ainsi que malgré sa DAP et ses archives de codes et données, les articles publiés dans l'American Economic Review ne sont globalement pas reproductibles.

> "... professionnaliser le service de certification, et harmoniser les standards d'évaluation..."

UNE SOLUTION : LA CERTIFICATION DE LA REPRODUCTIBILITÉ

Que faire pour améliorer cette situation ? Les deux chercheurs pensent que seule une logique de certification permettra d'améliorer la situation. Cette certification de reproductibilité peut être mise en place dans le cadre du processus éditorial d'une revue (Peng, 2011). Mais afin de ne pas accroître la charge de travail des éditeurs, de professionnaliser le service de certification, et d'harmoniser les standards d'évaluation, ils suggèrent que cette certification soit externalisée (comme c'est le cas pour certains services d'archivage). C'est pour cette raison qu'ils ont créé l'agence de certification cascad (Certification Agency for Scientific Code and Data) avec l'appui du CNRS, d'HEC Paris et de l'Université d'Orléans. Leur ambition : que cette unité mixte de service (UMS2007 - CNRS/HEC Paris/ Université d'Orléans) devienne la première agence de certification de la reproductibilité des publications académiques.



© Cascad

Cascad, Certification Agency for Scientific Code and Data.

La certification cascad garantit la reproductibilité des résultats numériques (tableaux et graphiques) d'une publication scientifique, à partir d'un ensemble de ressources numériques mis à disposition par un chercheur. Cette certification sera attribuée à l'issue d'un processus d'évaluation rigoureux mené conjointement par un évaluateur externe spécialiste du langage de programmation utilisé par le chercheur et d'un éditeur spécialiste du domaine scientifique. À l'issue de ce processus, une note ou "rating" de reproductibilité est attribuée à la publication scientifique. Le service de certification Cascad sera ouvert à la communauté internationale à la fin du premier semestre 2019.

Un tel service de certification externe offre de nombreux avantages par rapport à la situation actuelle. Il donne notamment au chercheur la possibilité de signaler le caractère reproductible de sa recherche et ce faisant d'augmenter ses chances de publication dans les meilleures revues académiques. Il permet en outre aux revues scientifiques d'externaliser l'évaluation de la reproductibilité des résultats et d'enrichir significativement le processus d'évaluation de la recherche.

Christophe HURLIN < LEO
Directeur-adjoint de l'UMS cascad
christophe.hurlin@univ-orleans.fr

Christophe PERIGNON < HEC Paris - Finance Department
Directeur de l'UMS cascad
perignon@hec.fr

www.univ-orleans.fr/leo

L'apprentissage au CNRS

Le CNRS participe, depuis 2003, à la politique menée en faveur de la formation professionnelle. À travers cet article, vous découvrirez le témoignage d'apprentis et tuteur d'unités de la délégation Centre Limousin Poitou-Charentes.

GUILLAUME BOISSADIER

Apprenti Ingénieur en Mécatronique - 2015/2018
Institut de Recherche et Ingénierie en Matériaux, Mécanique et Énergétique de Poitiers (Pprime)



À 25 ans, Guillaume Boissadier est issu d'une licence professionnelle « Automation & Robotique » de l'Université de Poitiers. Il a ensuite travaillé durant un an en tant qu'automaticien-roboticien dans une entreprise qui développe des îlots robotisés pour la soudure de pièces automobile.
Il a souhaité évoluer vers un poste d 'ingénieur et a eu l'opportunité de suivre une formation d'ingénieur par alternance avec le CNRS au sein de l'institut Pprime parmi l'équipe de roboticiens.

Durant trois années, il a évolué au même rythme que la formation d'ingénieur.
Ses missions ont été le développement des applications de démonstration de la robotique collaborative, puis la réalisation de la remise en fonctionnement d'une plateforme mobile robotisée obsolète, avec du matériel industriel.

Pour sa dernière année, il a eu la responsabilité de la gestion et de la réalisation du projet de développement d'un robot mobile collaboratif.

Travailler dans un laboratoire, lui a permis de découvrir le monde de la recherche, et de travailler avec des démonstrateurs / prototypes de haute technologie, ce qui n'est pas forcément le cas dans une entreprise privée. Diplômé, il est actuellement ingénieur d'application pour une entreprise d'automation (B&R Automation).

« Si c'était à refaire, je le referai avec plaisir et envie. J'ai vraiment apprécié cette expérience, d'autant plus que j'ai travaillé avec une partie des enseignants que je connaissais depuis la licence professionnelle, et qui ont aussi participé à la formation d'ingénieur que j'ai suivi ».

&

JEAN-PIERRE GAZEAU

Maître d'apprentissage, Ingénieur de Recherche
Institut de Recherche et Ingénierie en Matériaux, Mécanique et Énergétique de Poitiers (Pprime)



Jean-Pierre Gazeau est Ingénieur de Recherche au département Génie Mécanique & Systèmes complexe et a été maître d'apprentissage. Il a eu l'envie de partager, de transmettre des savoirs et compétences, des valeurs dans le contexte d'un métier qu'il exerce depuis 20 ans au CNRS. Son rôle était d'accompagner son apprenti, de le conseiller et de lui apporter le soutien nécessaire dans le cadre des missions qui lui ont été confiées durant ces trois années.

« Les instruments de la recherche que nous mettons en œuvre offrent l'opportunité à des jeunes de pouvoir se former ainsi sur des équipements de très haut niveau. »

Depuis 25 ans, il s'est toujours investi dans l'enseignement du niveau bac+3 au niveau bac+5, que ce soit au sein de formations professionnelles ou dans un contexte d'école d'ingénieurs. C'est donc aussi cette expérience sur la durée qui a enrichi son parcours de formateur.

« Le premier avantage de l'apprentissage est d'offrir à l'apprenti un terrain de valorisation et de validation de ses compétences. »

Son apprenti, Guilaume Boissadier, a permis, par son travail, de pouvoir disposer au sein de la plateforme nationale Robotex, d'un nouveau démonstrateur innovant, un assistant mobile collaboratif destiné à assister l'humain.

« C'est une belle aventure humaine, et trois années de partage d'autant plus gratifiantes quand le jeune s'insère ensuite très facilement en environnement professionnel. »

JULIE AVRAIN

Apprentie en BTS Communication et Industrie Graphique - 2016/2018
Service communication de la Délégation Centre Limousin Poitou-Charentes (DR08)



À l'issue de son baccalauréat, Julie Avrain a choisi d'effectuer une formation en alternance pour avoir un point de vue théorique et pratique sur son futur métier de graphiste.

« J'ai choisi d'effectuer mon apprentissage au CNRS car je savais que j'allais être dans un univers où les sujets sont variés et où j'allais pouvoir apprendre beaucoup du métier de graphiste. »

Pendant ces deux années, elle a eu pour mission de créer des supports graphiques pour les laboratoires, de mettre en page le magazine Microscoop et même de le remettre au « goût du jour » en créant une nouvelle charte graphique.

« Au CNRS j'ai travaillé avec des personnes bienveillantes qui m'ont parfaitement appris à faire mon métier, elles m'ont soutenue et me soutiennent encore. J'ai appris avec elles à créer des supports de communications divers et variés adaptés aux différentes demandes de mes clients ».

Aujourd'hui, elle poursuit ses études en Licence Intégrateur Numérique pour la Chaîne Graphique à Limoges. Elle souhaite par la suite continuer vers un Master community management qui lui permettra de gérer des projets de communication globale.

« Si c'était à refaire je ne changerais absolument rien, j'ai vraiment adoré travailler dans le service communication. »

HECTOR LINYER

Apprenti en Master 2 en informatique parcours ICONE
Institut Littoral, Environnement et Sociétés à La Rochelle (LIENSs)

Après avoir réalisé deux stages au LIENSs, Hector Linyer a décidé d'y effectuer un Master Informatique. Il relève plusieurs avantages de sa formation en alternance : l'expérience en entreprise, un atout majeur pour trouver un emploi en sortant de l'apprentissage et un salaire *« confortable »* en tant qu'étudiant.

« D'après moi, l'intérêt principal de l'apprentissage en laboratoire, par rapport à une société «classique», est les champs de la recherche. Mon apprentissage actuel me permet de me pencher sur des sujets variés et qui m'intéressent. »

Il travaille actuellement sur l'utilisation d'un drone marin, équipé de nombreux capteurs, qui a pour but de naviguer le long du littoral afin d'y relever différentes mesures. Ce sont par exemple, des capteurs météo, récoltant la force du vent ou l'humidité, ou encore des sondes permettant de connaître la salinité de l'eau. En tant qu'informaticien, il doit gérer la communication entre ces capteurs et l'ordinateur présent sur le drone.

« Travailler en laboratoire permet également l'entraide et la complémentarité des compétences […] ce qui est très important pour un projet comme le mien, afin de pouvoir faire les expérimentations dont j'ai besoin. »



ELSA DANIAUD

Apprentie en Brevet Professionnel de Technicien de Recherche et Développement - Santé Animale
Centre d'études biologiques de Chizé (CEBC)



C'est à l'issue de son stage de 3ème et son envie « d'expériences concrètes » qu'Elsa Daniaud a entrepris sa formation par alternance. Au CEBC, ses principales missions sont diverses et variées : soins aux animaux, nettoyage, participation à des protocoles et expérimentations sur le terrain, gestion des stocks et suivis administratifs.

« Les domaines de recherche du CEBC m'ont toujours très intéressée. De plus, c'est un laboratoire de terrain, ce qui le différencie des autres et ce qui en fait, pour ma part, un avantage considérable. »

Pour elle, le plus difficile a été de gérer le rythme entre la formation à Vendôme et l'entreprise.

« C'est-à-dire anticiper pour ne pas être prise au dépourvu. Le plus compliqué au début c'est ça. Quand on est 6 semaines en entreprise et qu'on retourne à l'école, c'est comme si on recommençait à zéro. »

« Le fait de travailler avec des personnes compétentes, expérimentées et surtout passionnées, est très enrichissant pour mon apprentissage. »

Pour plus d'information sur l'apprentissage

Anne-Marie SERET
Adjointe au Responsable des Ressources humaines
Référente apprentissage
Délégation Centre Limousin Poitou-Charentes
Anne-Marie.Seret@dr8.cnrs.fr
02 38 25 76 28

Recueil des propos, rédaction et mise en page réalisés par Manon PARENT, apprentie en BTS Communication à la Délégation Centre Limousin Poitou-Charentes.

Et de 2 !

Le temps de la recherche peut être long et en matière de spatial, il peut prendre des dizaines d'années. Deux missions dans lesquelles le laboratoire de Physique Chimie de l'Environnement et de l'Espace est investi depuis déjà longtemps, ont été lancées en août et octobre 2018. Leur objectif commun : explorer le système solaire interne.

Alors que Parker Solar Probe est parti pour le Soleil, Bepi Colombo s'est élancé vers Mercure. L'instrumentation imaginée et conçue par le laboratoire a déjà répondu aux premiers tests avant même de réaliser les mesures tant attendues des environnements et des compositions des astres vers lesquels ils se dirigent. En résumé, voici quelques caractéristiques des missions.

BepiColombo
DESTINATION MERCURE

Une mission ESA-JAXA
avec la participation du CNES

2 sattellites : MIO & MPO


© ESA

2061
jours de voyage

9
billions de kms
au total à parcourir

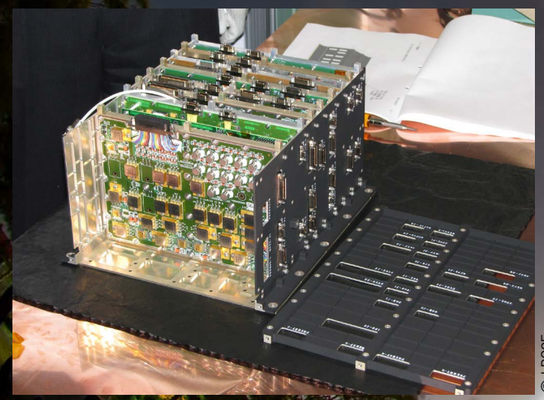
8
Laboratoires CNRS

2
ans en orbite
autour de Mercure à partir de 2025

2
sondes de courant

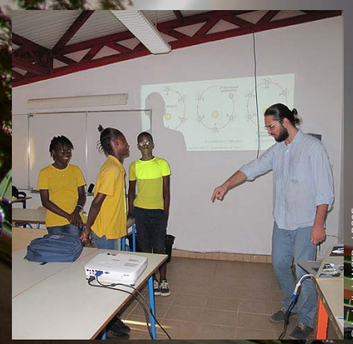
1
synthétiseur de fréquence

1
logiciel de bord


© LPC2E

Carte électronique (synthétiseur de fréquence) conçue au LPC2E et installée dans la boîte électronique permettant d'émettre les fréquences nécessaires à la mesure ou aux calibrations des capteurs de PWI de la sonde MIO.
Poids : 250 g
Taille : 21cm x 15 cm

Les chercheurs, ingénieurs, techniciens et gestionnaires du LPC2E qui avaient fait le déplacement pour le lancement, ont profité de leur séjour pour participer à des actions vers les scolaires avec Planète Guyane. Deux sujets ont particulièrement retenu leur attention : la mission en elle-même et les métiers, autres que chercheurs, exercés au CNRS.


© Isabelle LANGER - LPC2E

Pierre Henri, chercheur au LPC2E intervient auprès des élèves.

Pierre HENRI < LPC2E
pierre.henri@cnrs-orleans.fr
www.lpc2e.cnrs.fr

Parker Solar Probe
DESTINATION SOLEIL

Une mission NASA
avec la participation du CNES

1500
degrés - température de résistance maximale

25
passages près du Soleil

5
Laboratoires CNRS

à 6
millions de kilomètres au plus près de la surface du Soleil (proximité inédite)

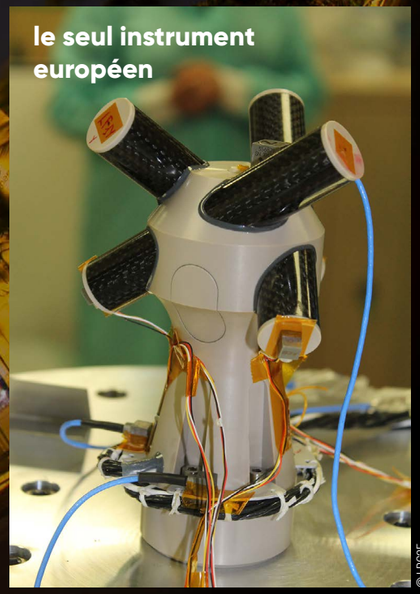
le satellite le plus près du Soleil


© NASA

1
capteur de mesures

Capteur (magnétomètre à induction) pour la mesure des variations du champs magnétique, réalisé par le LPC2E. Les mesures prises dans la couronne solaire permettront de comprendre comment elle peut être chauffée à des températures dépassant le million de degrés.
Poids : 560g
Taille : 16 cm x Ø10 cm

le seul instrument européen


© LPC2E

Thierry DUDOK DE WIT < LPC2E
ddwit@cnrs-orleans.fr
www.lpc2e.cnrs.fr

Photo pleine page © ESA-Stephane Corvaja

Recueil des iconographies et données par Manon PARENT, apprentie en BTS Communication à la Délégation Centre Limousin Poitou-Charentes.

L'actualité en images

TALENTS 2018



© CNRS DR8 - Linda Jeuffrault



© CNRS DR8 - Linda Jeuffrault

Jacques Maddaluno, directeur de l'Institut de Chimie, a remis la **médaille d'argent** du CNRS à Éva Jakab-Tóth. La chercheuse orléanaise s'est spécialisée dans la conception et la caractérisation de sondes d'imagerie spécifiques à chaque "biomarqueur" que l'on souhaite visualiser en IRM. Son équipe crée par exemple des sondes d'imagerie innovantes capables d'identifier des enzymes caractéristiques de cellules cancéreuses. Ces sondes deviennent visibles sur les images IRM uniquement lorsqu'elles sont en contact avec ces enzymes : en révélant la présence d'enzymes, elles révèlent non seulement les cellules dangereuses beaucoup plus tôt, mais donnent aussi des indications précieuses sur la nature de la maladie et donc la meilleure façon de la traiter.
Éva Jakab-Tóth est directrice du CBM depuis 2012 et directrice du GDR 3complexes métalliques et IRM.

Voir son portrait vidéo sur la chaine YouTube CNRS, rubrique Talents
Le site Talent du CNRS : http://www.cnrs.fr/talent/index
http://cbm.cnrs-orleans.fr/

26 octobre Orléans


© CNRS - Xavier Pierre



© CNRS - Xavier Pierre

Thierry Chartier, chercheur en matériaux et procédés céramiques à l'Institut de recherche sur les céramiques à Limoges, est l'un des trois lauréats de la **médaille de l'Innovation**, remise par Frédéric Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et Antoine Petit, Président Directeur-Général du CNRS.
Pionnier du développement des procédés additifs pour l'élaboration de pièces céramiques, il a axé ses travaux sur la réalisation de structures céramiques "organisées" à différentes échelles. D'ailleurs les procédés d'élaboration issus de ses recherches sont utilisés à travers le monde. Thierry Chartier est à l'origine de deux start-up, 3DCeram et Céradrop, et d'un laboratoire commun avec Air Liquide. Les nouvelles méthodes d'élaboration de pièces céramiques de formes complexes qu'il a conçues ont donné lieu à une première mondiale en 2013, avec la réalisation d'un implant crânien en hydroxyapatite à partir du fichier scanner du patient, au CHU de Limoges.

Voir son portrait vidéo sur la chaine YouTube CNRS, rubrique Talents
Le site Talent du CNRS : http://www.cnrs.fr/talent/index
http://www.ircer.fr/

10 octobre Paris

DEUX NOUVEAUX LABORATOIRES COMMUNS



© CNRS DR8 - Linda Jeuffrault


© CNRS DR8 - Linda Jeuffrault

Le laboratoire commun **PRIMEO**, entre Safran et l'Institut Pprime (UPR 3346), ambitionne de rapprocher la recherche fondamentale des applications industrielles possibles. Ses sujets de recherche porteront sur des matériaux et des procédés de dépôt innovants pour des composants optiques de caméras, jumelles, télescopes afin d'en améliorer les performances. Ce partenariat permettra de gagner en agilité et en efficacité pour identifier, optimiser et accélérer les transferts possibles entre la recherche fondamentale de l'Institut P' et les applications industrielles pour des produits de Safran Electronics & Defense.

http://www.pprime.fr/ **5 septembre** Poitiers


© iStock

Après plusieurs contrats de partenariat et des collaborations sur des projets de recherche européens, nationaux ou régionaux, la Société Artimmune et le laboratoire Immunologie et Neurogénétique Expérimentales et Moléculaires (INEM – UMR 7355 CNRS/Université d'Orléans/CHR) ont souhaité mettre en place une coopération scientifique et technologique plus étroite pour renforcer ensemble la recherche sur les modèles de pathologies inflammatoires. Le laboratoire commun **ArtInem** structure la collaboration scientifique entre les deux acteurs. Il crée aussi une synergie à la fois dans le développement de projets de recherche et dans la mise en place de modèles de pathologies humaines. Cette interaction favorise le rapprochement entre les défis de la recherche fondamentale et les besoins dans la découverte et le développement des médicaments de demain.

https://www.univ-orleans.fr/es/inem **10 décembre** Orléans

Rédaction et mise en page co-réalisées
par Manon PARENT, apprentie en BTS Communication
à la Délégation Centre Limousin Poitou-Charentes.


© Charlotte Seiz

Télétravail

Au **1er janvier 2019** : 53 agents de la délégation Centre Limousin Poitou-Charentes ont choisi d'exercer cette nouvelle forme de travail à distance.
La prochaine campagne de demande de télétravail se déroulera du **1er février** au **1er mars 2019**, pour un démarrage au **1er mai** suivant.

http://blog-rh.cnrs.fr/

à venir...

Colloques

La scène punk en France, Punk et idéologies

25e journée d'étude du projet de recherche PIND soutenu par le CESR, THALIM et par l'ANR.

http://pind.univ-tours.fr/

09 févr. Paris

31e Journées Internationales Francophones de Tribologie

Thèmes des JIFT2019 : la tribologie et l'énergie avec un focus sur la tribotronique.

http://afm.asso.fr/Gestion/Articles/Manifestations

24 au 26 avril Tours

ISGC - International Symposium of Green Chemistry

Echanges, débats des spécialistes du domaine de la chimie verte sur les défis de demain.

http://www.isgc-symposium.com/

13 au 17 mai La Rochelle

ICCK : International Conference on Chemical Kinetics

Combustion, catalyse et atmosphère, thèmes de cette 11e conférence Internationale.

https://icck2019.sciencesconf.org/

23 au 27 juin Orléans

68e Congrès annuel de l'AFSE

Près de 400 économistes, chercheurs, journalistes, industriels autour des dernières avancées de la science économique.

https://afse2019.sciencesconf.org/

17 au 19 juin Orléans



2019, ANNÉE DE LA CHIMIE DE L'ÉCOLE À L'UNIVERSITÉ



MANIFESTATION - Journée nationale de formation des enseignants du 2nd degré afin d'enrichir leurs connaissances et leur culture scientifique. Programme : deux conférences de chercheurs sur les grandes avancées de la chimie et visites d'expériences dans des laboratoires régionaux de chimie du CNRS.

http://www.anneedelachimie.fr/

20 mars Limoges, Orléans & Poitiers

NUIT DE L'ANTIMATIÈRE



MANIFESTATION - Le CNRS et la Société Française de Physique (SFP) organisent conjointement la Nuit de l'Antimatière. Cette soirée festive aura pour but d'informer le grand public et le public scolaire sur tous les aspects de l'antimatière, objet de nombreuses recherches et source de beaucoup d'applications, y compris dans la vie de tous les jours.

5 avril Limoges & Orléans

CENTRE GALOIS



MANIFESTATION - 10e édition des stages d'immersion et de sensibilisation de lycéens de 2nd à la culture scientifique (particulièrement mathématique) et aux débouchés des carrières scientifiques.

http://centre-galois.fr/

17 au 29 juin Orléans