CLUB

ENVIRONNEMENT : DES RÉPONSES POUR DEMAIN

Magazine de l'Université Claude Bernard Lyon 1

APPRENDRE > Des drones à l'Université : ce n'est pas de la science-fiction

EXPLORER > Les organismes ingénieurs : de nouveaux acteurs pour l'alimentation en eau

N° 32 / Mai 2016

EDITO

Notre Université est entrée dans une nouvelle étape de son histoire pour les quatre prochaines années avec une nouvelle gouvernance qui porte de nouvelles ambitions. Notre établissement sera confronté à de nombreux enjeux face à la recomposition du paysage de l'enseignement supérieur et de la recherche et face aux grands défis sociétaux qui s'imposent, comme la révolution numérique, la santé de demain, la transition énergétique et écologique pour une société durable. Grâce à tous les acteurs de l'Université : personnels, chercheurs, enseignants et étudiants que nous formons, forces vives de la société de demain, l'Université Claude Bernard Lyon 1 participera pleinement à relever ces défis avec les autres établissements de l'Université de Lyon, autour de grandes priorités que sont les Sciences et Ingénierie pour une société durable, BioSanté et Société, Humanité et Urbanité.

L'Université Claude Bernard Lyon 1 est pleinement impliquée dans chacun de ces thèmes et affiche son ambition à développer les connaissances et à former ses étudiants aux grandes questions liées à l'environnement, au développement durable, à la transition énergétique et écologique. Nous vous invitons à découvrir, à travers ce dossier thématique, quelques avancées Lyon 1 autour de ces problématiques.

En tant que biologiste, ce thème m'est particulièrement cher et sera au coeur de mon mandat. L'Université, au-delà de ses missions de recherche et de formation, se doit d'être exemplaire dans sa gestion en appliquant efficacement la Charte sur la transition énergétique signée en novembre 2015 : par exemple dans nos marchés publics en matière d'énergie en réalisant des cahiers des charges garantissant une offre 50% d'énergie verte. En outre, l'un des objectifs du Plan Campus est, à travers la rénovation de notre patrimoine immobilier, de consommer moins et notre priorité sera de lancer de nouveaux projets pour l'efficience énergétique et le confort thermique de nos bâtiments. Nous souhaitons construire les campus de demain, plus accueillants, plus vivants, plus respectueux de notre environnement.

Pour l'heure, je vous invite à découvrir ce nouveau numéro de CLUB sur l'environnement. Ce périodique est un vecteur d'information et de lien avec nos partenaires, pour que vous sachiez que l'université est une université ouverte sur le monde, le territoire, qui peut vous accompagner dans tous vos projets : recherche et développement, brevets, stages, formation initiale et continue, plateformes technologiques.

Ensemble, réinventons demain.

Frédéric Fleury
Président de l'Université Claude Bernard Lyon 1

Directeur de la publication
Frédéric Fleury
Président de l'Université Claude Bernard Lyon 1

DIRECTION DE LA COMMUNICATION DE LYON 1
> Directrice de la communication
Béatrice Dias
> Rédactrice en chef
Marion Laurent
> Conception graphique
Adèle Bailly
> Directeur de la photographie
Eric Le Roux

> Secrétaire de rédaction
Brigitte Brun

Rédacteurs
Marion Laurent
Chahira Yahiaoui
Bruno Lina

Couverture
Eric Le Roux
kpgolfpro (source flickr)

Photographies
Eric Le Roux
kpgolfpro (source flickr)

Illustrations
Adèle Bailly

Relecture
Mireille Heurtebize

Remerciements
Anne-Claire Léauthier

Imprimerie
Lamazière

Papier
Fedrigoni Xper Premium white
(100% recyclé)
Intérieur 120gr - Couverture 200gr

Contact
CLUB@univ-lyon1.fr

Site web
club.univ-lyon1.fr

N° ISSN : 1637-5912
Dépôt légal à parution

P 4-5 / **La chimie douce à l'écoute de la matière**

P 6 -7 / **AnaQuant, pour l'analyse des molécules biologiques**

P 8 -9 / **Une nouvelle gouvernance**

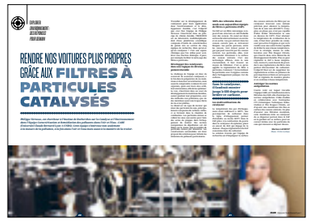
P 10 -11 / **Environnement : des réponses pour demain**

P 12 -13 / **L'environnement au coeur de toutes les disciplines**

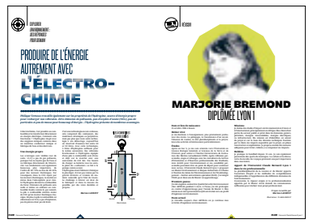
P 14 -15 / **Utiliser la lumière pour interroger l'environnement**

P 16 -17 / **La chimie verte : trouver des méthodes écologiquement acceptables**

P 18 -19 / **Les organismes ingénieurs : de nouveaux acteurs pour l'alimentation en eau**

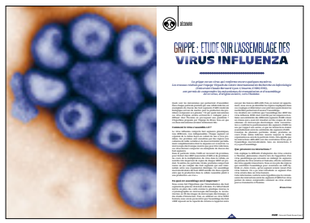


P 20 - 21 / **Rendre nos voitures plus propres grâce aux filtres à particules catalysés**



P 22 / **Produire de l'énergie autrement avec l'électrochimie**
P 23 / **Marjorie Brémond, diplômée Lyon 1**

P 24 -25 / **Des drones à l'Université : ce n'est pas de la science-fiction**



P 26 -27 / **Grippe : étude sur l'assemblage des virus influenza**

LA CHIMIE DOUCE À L'ÉCOUTE DE LA MATIÈRE

Séparer les métaux précieux grâce au CO_2, afin de les recycler, c'est le défi qu'a relevé Julien Leclaire, chercheur à l'Institut de Chimie et Biochimie Moléculaires et Supramoléculaires-ICBMS (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS/INSA Lyon/CPE Lyon). Titulaire d'une chaire du LabEx iMUST et en cours de dépôt de brevet avec Pulsalys, il est l'unique chercheur en France à développer ce procédé.

Quand le métal choisit sa matrice

Les outils technologiques que nous consommons comme les smartphones, tablettes, ainsi que les constituant-clefs des technologies vertes (ampoules basse consommation, éoliennes, véhicules électriques) sont composés de métaux tels que les terres rares. Or, comme toute ressource naturelle, leurs gisements ne sont pas inépuisables alors que les e-déchets issus de leur consommation s'accumulent. De plus, la Chine détient 98 % de la production mondiale de terres rares, soit un quasi-monopole du marché, dont les exportations sont soumises à des quotas.
C'est dans ce contexte que Julien Leclaire a mis au point un procédé de purification des molécules précieuses au sein de mélanges complexes. En mélangeant des briques moléculaires très simples et du dioxyde de carbone, un matériau se forme spontanément et temporairement en présence des métaux. L'originalité vient du fait que chaque métal, en présence de CO_2, est capable d'optimiser le réseau qui l'entoure par complémentarité. Comme un château de carte moléculaire, ce matériau formé de dioxyde de carbone peut relarguer les métaux en se dissociant dès lors que l'on retire le constituant gazeux.

L'originalité vient du fait que chaque métal, en présence de CO_2, est capable d'optimiser le réseau qui l'entoure par complémentarité.

Ce procédé, soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche, fait aussi l'objet d'un brevet avec la société Pulsalys en vue d'une maturation technologique. L'objectif est de tester cette invention en flux continu sur les déchets technologiques et de répondre aux besoins des industriels. D'autres partenaires sont positionnés afin de créer une *start-up* en interaction avec l'industrie minière.

Un procédé vert

Autre aspect de ce procédé : c'est un procédé « vert » qui utilise du CO_2, qui lui-même est un déchet. Il est donc peu coûteux en matière première, peu énergivore, et tout y est recyclé. Il permet de valoriser le CO_2 avant son éventuelle transformation : « En couplant deux déchets, on redonne ainsi du dynamisme à une filière en difficulté en injectant de la valeur ajoutée, celle des terres rares. Avec deux mélanges sales, on peut obtenir deux composés purifiés à la sortie », nous explique Julien Leclaire.

Une découverte applicable à d'autres champs

Ce procédé innovant est également utile pour l'industrie pharmaceutique car la stratégie de moulage moléculaire peut être employée comme outil de contrôle qualité des biomédicaments, notamment pour les thérapies anticancéreuses. L'opération de purification appliquée à l'issue de la production en milieu cellulaire consiste à trier les protéines à l'aide du moule préalablement construit selon ce même principe de puzzle. Il s'agit donc d'une technologie qui permettrait de raccourcir un circuit actuellement long et coûteux et d'apporter des outils de contrôle qualité qui répondent à un réel besoin. Ce projet de développement d'outils innovants est porté par un consortium d'une vingtaine d'acteurs, publics et privés afin de couvrir toute la chaine de production de biomédicaments.

Le LabEx iMust
Ce LabEx (Laboratoire d'Excellence) est un laboratoire interdisciplinaire au sein de l'Université de Lyon.
Créé en 2010, il regroupe un consortium de trois fédérations de recherche en physique, chimie et ingénierie. L'objectif du LabEx est de créer une synergie entre ces trois disciplines principales pour renforcer la dynamique de recherche et d'innovation en sciences de la matière, des matériaux et des technologies éco-responsables.

Marion Laurent
Photo : © Eric Le Roux

ANAQUANT. POUR L'ANALYSE DES MOLÉCULES BIOLOGIQUES

Jérôme Lemoine, enseignant-chercheur à l'Institut des Sciences Analytiques (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS/ENS de Lyon), est inventeur et co-inventeur de procédés pour l'analyse de molécules biologiques et cofondateur avec Tanguy Fortin, de la start-up AnaQuant. Après un an et demi d'existence, celle-ci a signé de nombreux contrats avec des grands groupes ou PME du secteur pharmaceutique et des biotechnologies.

La création d'AnaQuant s'inscrit dans une démarche de valorisation des brevets et des savoir-faire de l'équipe de Jérôme Lemoine. Ces brevets visent à développer de nouveaux procédés de dosage de protéines par spectrométrie de masse. C'est un premier partenariat entre cette équipe et un industriel du diagnostic qui fut à l'origine de ces recherches. Il s'agissait de doser par spectrométrie de masse des protéines présentant un intérêt potentiel pour le dépistage des cancers colorectaux. Avec plusieurs projets actuellement en codéveloppement, force est de constater qu'après 18 mois d'existence, AnaQuant a réalisé de belles performances.

La spectrométrie de masse est en effet une alternative lorsque les techniques usuelles dites « immuno-enzymatiques » employant des anticorps ne sont pas disponibles.

Doser des protéines pour pouvoir les contrôler ou les valider dans des études cliniques

Les procédés brevetés concernent des innovations pour la détection et le dosage par spectrométrie de masse des protéines dans les liquides biologiques (cellules, sang, urine…) ou dans un procédé industriel (culture cellulaire, fermentation). La spectrométrie de masse est en effet une alternative lorsque les techniques usuelles dites « immuno-enzymatiques » employant des anticorps ne sont pas disponibles. Ces protéines peuvent servir de biomarqueurs, de médicaments, ou de vaccins.

Des projets de recherche en amont sources d'innovations

Deux innovations sont issues de cette technique de recherche.
Une première, codéveloppée avec l'équipe de Philippe Dugourd de l'Institut Lumière Matière (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS), consiste à introduire un faisceau laser dans un spectromètre de masse pour améliorer la spécificité de la détection des protéines.
La deuxième innovation concerne un nouveau mode de contrôle du spectromètre de masse pour, par exemple, détecter davantage de protéines et ce de manière plus fiable. Ce mode de contrôle permet également de favoriser les échanges de méthodes de détection et de dosage entre les laboratoires.
Bien entendu, ces innovations trouvent également de nombreuses applications en recherche fondamentale, notamment dans les approches dites « omiques », qui visent à comprendre dans leur globalité les équilibres et le fonctionnement des systèmes biologiques.

Marion Laurent
Photo : © Eric Le Roux

UNE NOUVELLE GOUVERNANCE

Le 8 mars 2016, Frédéric Fleury a été élu à la Présidence de l'Université Claude Bernard Lyon 1. Généticien de formation et professeur des universités, Frédéric Fleury a été Directeur du département de Biologie de la Faculté des Sciences et Technologies depuis 2010 et Vice-Président de l'Université Claude Bernard Lyon 1 en charge du patrimoine immobilier et du Développement Durable. C'est lors de la conférence de presse du 6 avril 2016, entouré de ses vices-présidents, qu'il a présenté son programme pour les 4 ans à venir.

Pour ce mandat, Frédéric Fleury souligne sa forte volonté pour renforcer les interfaces entre les secteurs Santé, Sciences et Technologies de l'Université Claude Bernard Lyon 1, rassembler les forces et les atouts respectifs, à développer les partenariats existants et promouvoir des coopérations dans une logique de co-construction de projets communs avec les établissements du site Lyon Saint-Étienne, les organismes de recherche, le CHU, les collectivités territoriales.

Entretien avec Frédéric Fleury, nouveau Président de l'Université Claude Bernard Lyon 1 :

« Notre priorité sera d'oeuvrer pour le développement de la ComUE Université de Lyon et la réussite de l'Idex Lyon 2016 que nous souhaitons tous ardemment. Nous nous inscrivons dans une dynamique qui respecte nos valeurs d'établissement public, pour une recherche académique au meilleur niveau international, qui est et restera la garantie de la qualité de nos formations et de l'insertion professionnelle de nos étudiants. Nous tisserons des liens avec tous les membres de l'UdL pour renforcer l'interdisciplinarité, notamment en recherche et en interne également, en intensifiant les synergies sciences/santé/sciences humaines. »

Développer le lien entre l'Université et le monde économique

« Nous souhaitons développer une politique de partenariat forte, facteur d'innovation et de progrès ; mieux ancrer notre université dans son territoire, en ouvrant davantage sur le monde socio-économique et en nous engageant résolument vers les grands enjeux sociétaux. Nous développerons davantage l'alternance et la formation tout au long de la vie, pour rester à l'écoute de nos partenaires et penser ensemble les métiers de demain.
Nous souhaitons rendre plus visibles les 30 plateformes technologiques de l'Université pour qu'elles soient plus ouvertes et accessibles à nos partenaires. À l'international, nous chercherons à mettre en place des actions permettant aux étudiants de se perfectionner à l'étranger, notamment dans les pays partenaires de nos recherches. »

Être une Université « verte »

« Le développement durable et la transition énergétique, que nous comptons intégrer dans les formations et les programmes de recherche, seront également au coeur de ce mandat. Il faut que l'Université soit visible et exemplaire sur cette question. Dans le cadre des rénovations des campus et des nouveaux marchés publics, nous appliquerons la charte de la transition énergétique et veillerons à la création de projets innovants qui pourront s'appliquer à tous les sites de l'Université. »

Créer des conditions propices au travail des étudiants

« Enfin, nous souhaitons accueillir au mieux nos étudiants, les aider à construire un projet professionnel, leur offrir des formations aux métiers de demain. Nous désirons qu'ils puissent étudier dans de bonnes conditions, des conditions favorisant la réussite. Cela passe d'abord par des lieux de travail plus accueillants, disponibles sur de grandes plages horaires étendues. L'élargissement des horaires d'ouverture de nos Bibliothèques Universitaires est une des réponses immédiates que je propose. Le but est également de lutter contre l'isolement des jeunes, de créer des liens sociaux et de faire ainsi de nos campus de vrais lieux de vie même les week-ends. »

Le 22 mars 2016, sur proposition du Président de l'Université Frédéric Fleury, le Conseil d'Administration a élu les personnalités suivantes :
> à la présidence du Conseil Académique :
***Hamda Ben Hadid**, Professeur des Universités,*
> à la vice-présidence du Conseil d'Administration :
***Didier Revel**, Professeur des Universités Praticien Hospitalier,*
> à la vice-présidence de la Commission Recherche :
***Fabrice Vallée**, Directeur de Recherche au CNRS,*
> à la vice-présidence de la Commission Formation et Vie Universitaire :
***Philippe Chevalier**, Professeur des Universités Praticien Hospitalier.*

Marion Laurent
Photo : © Eric Le Roux

ENVIRONNEMENT : DES RÉPONSES POUR DEMAIN

Dans une société où le développement durable est une réelle préoccupation pour les décideurs publics et les citoyens, des solutions durables et alternatives émergent. Durabilité des matériaux, recyclage, modification des modes de consommation, énergies propres, le monde tel que nous le connaissons change. L'Université Claude Bernard Lyon 1 est au coeur de ce changement. Elle construit des partenariats privilégiés avec les industriels en faisant avancer la recherche fondamentale comme appliquée, grâce à des propositions innovantes. Physique, chimie, biologie, mathématiques, santé... Une équation positive pour le développement durable.

L'ENVIRONNEMENT AU COEUR DE TOUTES LES DISCIPLINES

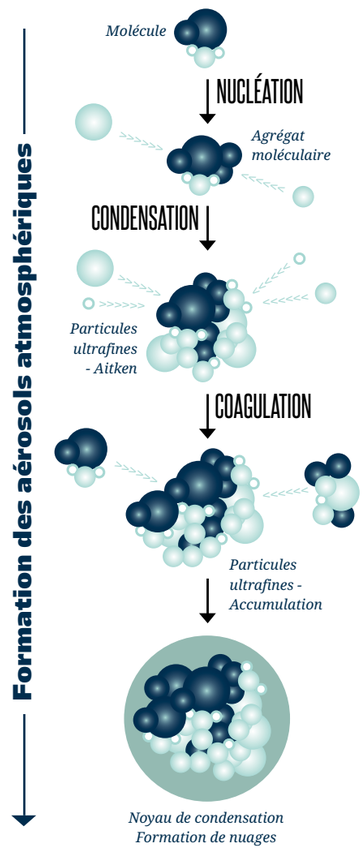
L'Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement de Lyon-IRCELYON (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS) est le plus important centre européen de recherche en catalyse hétérogène. Christian George, sous-directeur du laboratoire, nous fait part de sa vision de la recherche environnementale à l'Université Claude Bernard Lyon 1.

Que représente le terme « recherche environnementale » à l'Université Claude Bernard Lyon 1 ?

C'est un terme extrêmement large. En fait, j'aurais tendance à dire que probablement tous les pans des sciences touchent de près ou de loin à l'environnement, sauf bien sûr quelques cas rares. L'environnement est clairement lié à l'activité humaine et à son évolution. C'est aussi un besoin de comprendre l'environnement, son évolution, l'analyser, le décrire, que ce soit avec des mots, ou avec des équations. Ici, au sein de l'Université Claude Bernard Lyon 1, on peut retrouver des thématiques de recherche liées à l'environnement dans tous nos départements et à toutes les échelles. Au niveau de l'atome, d'une réaction chimique, jusqu'à son impact sur l'Homme et la biosphère. Tout est lié. La vraie question est : comment formule-t-on cette problématique et comment va-t-on la colorier ?
La chimie est très présente à Lyon 1, Lyon étant une place forte de la chimie en France : chimie de synthèse, chimie durable, recherche de matériaux pour utiliser moins de ressources et les gérer de façon plus responsable (analyses de cycles de vie).
Des travaux sur la ville et ses aspects liés à l'environnement comme la ressource en eau et sa gestion des eaux usagées sont également en cours. L'Homme crée de la pollution. Que devient cette pollution ? On va l'observer aussi dans l'air. Se pose alors la question de la gestion des déchets. Cela comprend tout un volet d'études sur la biodiversité, l'écotoxicologie. C'est une thématique fortement soutenue par l'Université Claude Bernard Lyon 1, en lien avec la fondation Rovaltain.

Tout doit devenir plus efficace avec une utilisation moindre en ressources et avec le moins de rejets possible.

Des recherches sur les impacts sur la santé de l'environnement et des particules ont également lieu.
Le Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés-LEHNA (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS/Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat) traite également cette problématique en lien avec l'INSA Lyon et l'Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA). L'objectif est d'identifier, de caractériser et de quantifier les relations entre les processus impliqués dans le fonctionnement et l'évolution de la biodiversité dans les hydrosystèmes naturels et anthropisés.



Quels types de recherches menez-vous à l'IRCELYON ?

L'IRCELYON est un institut de recherche qui travaille sur la catalyse et l'environnement. Cela couvre de nombreux domaines de la chimie, tous reliés à l'environnement, qui vont de la maîtrise des rejets à l'utilisation de techniques chimiques liées à la catalyse pour valoriser les ressources en biomasse, ou trouver de nouveaux modes efficaces de production d'énergie.
Un catalyseur est une molécule, une enzyme ou un solide (catalyse hétérogène) qui va accélérer la vitesse d'une réaction chimique, l'orienter vers des produits désirés (sélectivité) sans être consommé lors de la réaction. Il abaisse les barrières énergétiques de la réaction et peut rester efficace plusieurs années. La catalyse hétérogène constitue la clé de voute des procédés de dépollution préventifs (carburants propres, « chimie verte ») ou curatifs (pots catalytiques) pour le transport et pour les industries.
Cette recherche vise à développer des techniques pour pouvoir utiliser plus efficacement les ressources en biomasse, que ce soit pour faire de la chimie fine ou produire de l'énergie. La catalyse devrait permettre de réduire les coûts d'utilisation de la biomasse. Nous travaillons également sur de l'ingénierie, c'est-à-dire l'amélioration des procédés pour gagner en efficacité. Tout doit devenir plus efficace avec une utilisation moindre en ressources et avec le moins de rejets possible. Nous traitons l'ensemble de ces points, depuis les ressources biosourcées jusqu'à l'efficacité des procédés de transformation et enfin le contrôle des rejets. Cela revient à la démarche dont nous avons parlé au début de l'entretien. Ce continuum de traitement des ressources jusqu'à l'impact est une des originalités de notre laboratoire.

La chimie n'est pas responsable des problèmes environnementaux mais est la solution aux problèmes environnementaux.

La chimie est souvent décriée et tenue comme responsable des problèmes environnementaux. En quoi peut-elle renverser la vapeur ?

La chimie n'est pas responsable des problèmes environnementaux mais est la solution aux problèmes environnementaux. Il y a beaucoup d'amalgames et cela peut se comprendre. C'est pour cela que des recherches, telles que nous les faisons ici, au niveau de l'atome, peuvent permettre d'avoir un impact sur la planète. Par nos travaux, nous faisons une liaison entre le tout petit et le très grand.
À titre d'exemple, nous travaillons sur les aérosols. Ce sont des particules liquides ou solides, à échelle nanométrique pour la plupart. Les aérosols contribuent à la création des nuages. Ils ont aussi un impact sur la santé. En France, beaucoup de décès et de maladies sont liés à l'inhalation de la matière particulaire. À l'horizon 2050, l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) prévoit que ce sera la première cause de mortalité environnementale.
Nous avons donc un objet nanométrique qui est produit quelque part, par l'homme ou naturellement, qui se déplace dans l'air, et qui va avoir un impact sur la planète entière.

Marion Laurent
Photo : © Eric Le Roux

UTILISER LA LUMIÈRE POUR INTERROGER L'ENVIRONNEMENT

Patrick Rairoux est enseignant chercheur à l'Institut Lumière Matière-ILM (Université Claude Bernard Lyon 1 / CNRS), pôle interdisciplinaire d'excellence basé sur la synergie entre la physique, la chimie et leurs interfaces (ingénierie, biologie, santé, environnement). Le professeur Rairoux en collaboration avec Alain Miffre, utilise les interactions de la lumière avec la matière pour comprendre les gaz à effet de serre et les aérosols atmosphériques.

L'atmosphère contient des molécules et de la matière condensée ou aérosols. Pour comprendre de manière précise leur composition physique et chimique puis leur évolution, la lumière et la spectroscopie sont utilisées pour interroger cet environnement.

Mise en lumière d'un chercheur qui sonde l'invisible :

« Dans notre équipe de recherche à l'ILM, nous nous intéressons à l'interaction de la lumière avec l'atmosphère et en particulier avec les aérosols, ensemble de particules en suspension dans l'atmosphère. Il est important de connaître les concentrations d'aérosols et leurs réactions dans l'atmosphère. Nous sommes des scientifiques et nous devons considérer la mesure et ses incertitudes. Nous tentons de les lever pour permettre aux décideurs d'avoir à terme des informations précises et des outils performants de prédiction du climat. »

Pourquoi s'intéresser aux aérosols ?

« Nous connaissons partiellement les sources d'émission des aérosols, mais très peu la manière dont elles se transforment et se dispersent dans l'atmosphère proche du sol et dans sa verticalité. Par exemple, ces dernières semaines, nous avons pu observer et identifier, dans l'atmosphère au-dessus de Lyon, des aérosols composés de poussières désertiques, de nanoparticules de sel issues des embruns marins de l'Atlantique, même des poussières volcaniques issues de la Russie. On mesure sur place, mais il est difficile de connaitre précisément leur évolution dans l'atmosphère après plusieurs milliers de kilomètres de dispersion (transport). Ces particules naturelles, une fois entrainées par les précipitations, produisent un excellent fertilisant, mais dans l'atmosphère elles deviennent actives chimiquement, modifient le flux solaire et donc elles affectent la qualité de l'air et le climat. Mais de quelle manière et à quelles échelles spatiale et temporelle? Comprendre et quantifier les interactions de ces particules avec la lumière, apporte des réponses à ces questions. »

Avoir à terme des informations précises et des outils performants de prédiction du climat.

C'est un objet nanométrique, comment les mesurez-vous ?

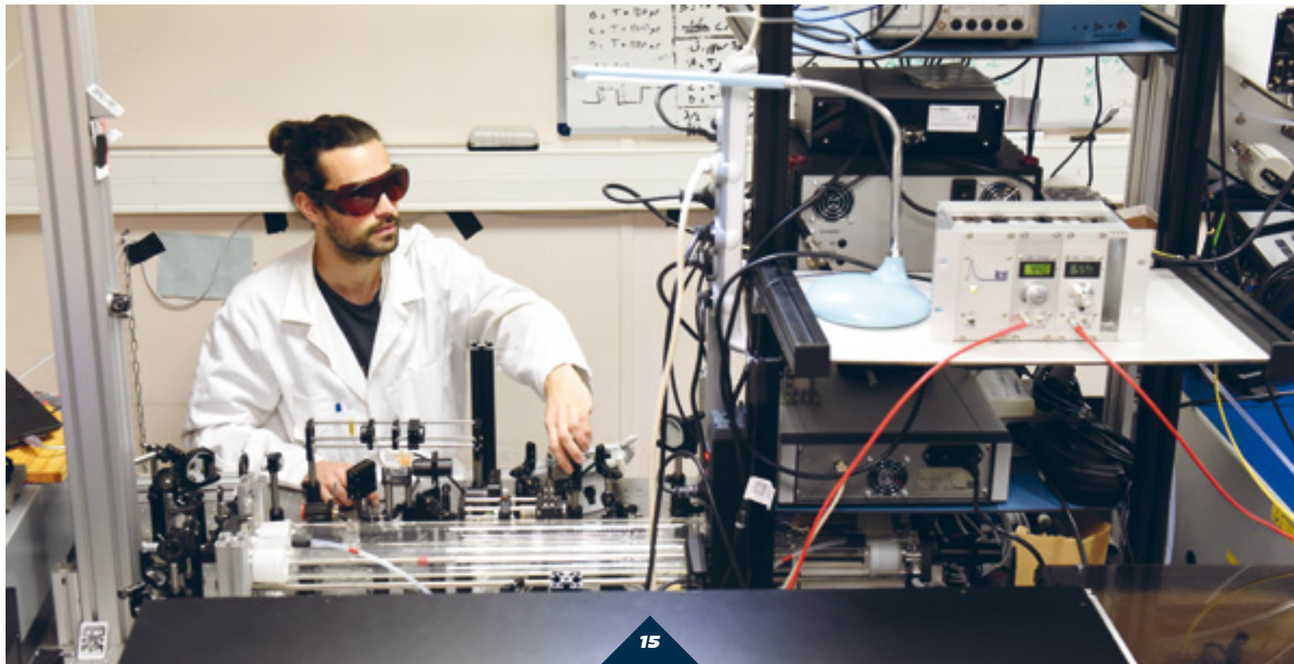
« On observe directement les aérosols à la verticale de l'atmosphère de Lyon, en exploitant l'interaction de la lumière laser avec l'atmosphère et en la mesurant avec une très grande sensibilité, au moyen de la technique Lidar (Light Detection and Ranging). Cela permet, en plus de les observer à distance, de les confronter à nos recherches fondamentales en laboratoire.
La détection de l'interaction en sera d'autant plus simplifiée. Du fait de son intensité, on peut initier en plus de la diffusion polarisée d'autres interactions comme la fluorescence, la diffusion Raman qui nous permettent de caractériser la forme, la structure et la composition chimique des composants observés, données qui sont liées à leur réactivité chimique que nous étudions avec nos collègues de l'IRCELyon.
La spectroscopie nous enseigne que chaque composant possède une empreinte lumineuse. Cela nous permet également de développer des nouveaux instruments permettant d'observer à distance les émissions des polluants gazeux, pour à terme, limiter la production de gaz nocifs pour la santé et le climat. »

La spectroscopie nous enseigne que chaque composant possède une empreinte lumineuse.

En quoi vos recherches sont-elles en lien avec le développement durable ?

« Les modèles climatiques actuels nous prédisent par exemple que les vents forts vont être de plus en plus fréquents, donc la dispersion des poussières désertiques vers le continent européen va être plus importante. Elles auront donc une influence sur le flux solaire et le climat (température de l'atmosphère), mais quelle sera la valeur et le signe (+/-) de ce changement ? Quantifier et modéliser les interactions de ces particules avec la lumière permettra de mieux comprendre leur impact sur le changement climatique mais aussi sur la réactivité chimique de ces particules. Cela pourra, peut-être, compenser le réchauffement climatique lié aux gaz à effet de serre.
Nous effectuons également des recherches sur les suies issues de la combustion, qui en plus de leur nocivité sur la santé, absorbent fortement le rayonnement solaire et provoquent une augmentation de la température. Cela peut amplifier fortement l'effet des gaz à effet de serre.
Nos recherches expérimentales et de modélisation vont donc permettre de diminuer les incertitudes et d'améliorer la prédiction sur l'évolution du climat, de participer à un développement soutenable plutôt que durable qui est, par définition, souhaitable.
Pour que cela soit pérenne, l'enseignement universitaire est un facteur important et nous sommes dans cette démarche à la Faculté des Sciences et Technologies en proposant aux étudiants de Lyon 1 de suivre le Master des Sciences de l'Océan, de l'Atmosphère et du Climat, une formation co-habilitée avec l'Ecole Centrale de Lyon et commune aux départements de chimie et de physique. »

Marion Laurent
Photo : © Eric Le Roux



LA CHIMIE VERTE : TROUVER DES MÉTHODES ÉCOLOGIQUEMENT ACCEPTABLES

Estelle Métay est chercheure à l'Institut de Chimie et Biochimie Moléculaires et Supramoléculaires - ICBMS (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS/INSA Lyon/CPE Lyon), dans l'équipe CAtalyse SYnthèse et ENvironnement (CASYEN). Pour l'ensemble de ses recherches, ainsi que pour son approche originale de la chimie en relation étroite avec les problématiques industrielles, le CNRS vient de la récompenser d'une médaille de bronze. Elle est d'ailleurs le quatrième chercheur de l'unité à être récompensé.

La «chimie verte» appelée aussi «chimie durable», est une chimie où l'attention est portée sur la matière première, sa transformation et l'impact des déchets qu'elle va générer. C'est dans ce contexte que le laboratoire de l'ICBMS a décidé de produire une chimie ayant un impact écologique plus faible, et ce, dans le choix de la matière première et du procédé. Pas de produits dangereux, pas de produits toxiques, pas de produits ayant un effet à long terme sur l'environnement.
C'est une évolution importante de la chimie, liée à l'émergence des nouvelles technologies, des nouvelles matières premières et même, des nouveaux industriels. Certains scientifiques parlent de révolution industrielle, car les grosses entreprises comme Rhône Poulenc ont aujourd'hui disparu et d'autres sont nées comme la société Roquette (spécialiste de la chimie des sucres). Il en naît également d'autres, notamment en Chine, qui est désormais le premier pays en termes de dépôt de brevets.

Identifier les problématiques industrielles

Au sein de l'équipe de l'ICBMS, deux ou trois brevets sont déposés annuellement depuis 25 ans. Les recherches effectuées sont souvent réalisées en partenariat avec des industriels. «Ce travail collaboratif nous permet d'identifier les problématiques technologiques et scientifiques. C'est une source d'inspiration pour des recherches à caractère fondamental, mais pertinentes socialement et économiquement», explique Estelle Métay. Elle poursuit : «Nous sommes obligés de revoir tout ce que nous avons appris en chimie, car nous devons trouver des méthodes écologiquement acceptables. Tout est à refaire. Une des forces du laboratoire est l'échange d'idées qui nous permet d'avancer, de progresser.»

Pas de produits dangereux, pas de produits toxiques, pas de produits ayant un effet à long terme sur l'environnement.

Accéder à de nouveaux produits à partir des matières premières renouvelables

Les matières premières renouvelables sont pour la plupart des molécules oxygénées, celles qui proviennent du pétrole sont plutôt exclusivement carbonées. Ainsi, pour accéder à une molécule cible, l'approche synthétique est donc différente selon la matière première utilisée. Il est également intéressant d'accéder à de nouveaux produits à partir des matières premières renouvelables. L'intérêt de ces nouvelles molécules est souvent identifié grâce à un partenariat avec des physico-chimistes et/ou des biologistes. Ces échanges nous aident à déterminer quelles modifications structurales pourraient conduire aux propriétés visées. Les domaines d'application peuvent être variés mais sont orientés en fonction des besoins, par exemple la recherche d'alternatives aux phtalates (toujours produits à très grande échelle bien que leurs toxicités soient démontrées). De la même façon, la substitution de certains solvants toxiques utilisés en grande quantité ne peut se faire que si une alternative est proposée. «À partir de la matière première renouvelable, en une étape, on fabrique maintenant un nouveau solvant en utilisant une voie d'accès respectueuse de l'environnement.»

Valoriser les déchets

Plusieurs outils sont également développés afin d'accéder à de nouvelles molécules, et ce, à partir de matières premières renouvelables. Celles qui font l'objet d'étude et de valorisation au sein du laboratoire sont principalement des dérivés d'oléagineux ou de sucre.
Certaines molécules extraites de ces recherches présentent des propriétés très intéressantes comme des propriétés antibactériennes (dérivées des sucres), utilisables pour de la détergence ou du nettoyage industriel comme dans le milieu hospitalier.

Travailler sur une matière première qui n'était pas valorisée pour lui donner de nouvelles applications.

Autre sujet de recherche, les déchets agricoles de l'industrie fruitière, car le laboratoire de l'Université est associé avec un laboratoire à Madagascar dans le cadre d'un Laboratoire International Associé sur l'étude et valorisation de la biodiversité malgache. Des applications dans les domaines de la chimie de spécialité (surfactants, peintures, polymères, additifs…) sont déjà proposées grâce au travail réalisé dans cette nouvelle structure.

Propos recueillis par
Marion Laurent
Photo : © Eric Le Roux

LES ORGANISMES INGÉNIEURS : DE NOUVEAUX ACTEURS POUR L'ALIMENTATION EN EAU

Florian Mermillod-Blondin et Laurence Volatier sont chercheurs au Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés - LEHNA (Université Claude Bernard Lyon 1/ CNRS/Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat). Une partie de leurs activités est dédiée à l'étude d'organismes ingénieurs et leurs rôles potentiels dans le décolmatage de bassins d'infiltration.

Les organismes ingénieurs sont des espèces qui modifient leur habitat physique et les ressources existantes pour les autres organismes. Un des plus célèbres organismes ingénieurs est le castor du Canada qui, par la construction de barrages, crée des zones d'eaux calmes sur les rivières, augmentant ainsi la diversité des habitats pour les espèces aquatiques.

Depuis l'arrêt de l'utilisation des sources captées par les Romains grâce aux aqueducs, les Lyonnais se sont tournés vers l'exploitation des ressources en eau souterraine. Depuis la fin du 19ème siècle, l'alimentation en eau potable de la métropole de Lyon provient essentiellement des nappes souterraines alimentées par le Rhône. À l'heure actuelle, 95% de l'eau consommée par les Grands Lyonnais proviennent des captages situés sur les îles de Crépieux-Charmy à l'ouest de la base de loisirs de Miribel-Jonage. Bien que ce champ captant soit l'un des plus vastes d'Europe, il reste néanmoins fortement sollicité et nécessite une attention de tous les instants pour assurer sa pérennité. Avec une consommation journalière moyenne de 250 000 m³ par les Grands Lyonnais, le point crucial est d'éviter un abaissement du niveau de la nappe en dessous du niveau des puits de captage.

L'effet filtre des berges

Heureusement, la nature fait bien les choses et le risque d'une réduction de la qualité et de la quantité de cette précieuse ressource en eau reste limité. Au niveau de ces îles, le Rhône s'infiltre et vient alimenter la nappe phréatique. De grands bassins d'infiltration alimentés par les eaux du Rhône ont aussi été construits (chacun couvrant une surface équivalente à deux terrains de football) afin de protéger et recharger la nappe. L'eau d'alimentation des bassins va être filtrée lors de son passage à travers le sol composé de sable et de graviers, puis elle transite jusqu'à la nappe où elle sera ensuite pompée, analysée et désinfectée avant d'être injectée dans le réseau de distribution d'eau potable.

Les organismes ingénieurs

Petit bémol : le fond des bassins se colmate. Des algues se développent et obstruent les pores du sol, d'où une diminution drastique des capacités d'infiltration. C'est un problème couramment rencontré dans ce type de système d'infiltration.
Deux solutions sont alors envisageable : soit le sable est changé, procédé peu écologique et relativement coûteux, soit Dame Nature est sollicitée pour entretenir la perméabilité du sable. Florian Mermillod - Blondin et Laurence Volatier ont alors eu l'idée d'introduire des organismes ingénieurs.

Le challenge est d'arriver à trouver des organismes ingénieurs qui maintiennent les performances hydrauliques des bassins et qui sont présents naturellement sur le site.

Travailler naturellement à l'entretien du bassin

Ces organismes ingénieurs sont des animaux ou des végétaux qui peuvent travailler naturellement à l'entretien des bassins d'infiltration. Les racines de plantes aquatiques testées, *Vallisneria spiralis et Berula erecta*, vont traverser le tapis algal et créer des drains préférentiels pour le passage de l'eau, limitant le phénomène de colmatage. De plus, ces espèces peuvent agir contre les algues par allélopathie, c'est-à-dire par la production de composés chimiques limitant le développement algal.
Le ver aquatique, *limnodrilus hoffmeisteri*, crée des galeries dans les sédiments qui peuvent augmenter la perméabilité du sable. Enfin, un mollusque aquatique, *Viviparus viviparus*, va se nourrir du tapis algal et remanier les sédiments de surface comme un bulldozer. Ces activités de nutrition et de bioturbation (remaniement sédimentaire) peuvent ainsi réduire les phénomènes de colmatage. La notion de durabilité est importante dans cette recherche.

Ainsi, les bassins seront naturellement auto-entretenus, ce qui diminuera leur entretien mécanique et les coûts associés. Ces travaux s'effectuent en grandeur nature sur la plateforme de recherches de Crépieux-Charmy (Métropole de Lyon, Eau du Grand Lyon) mais aussi au laboratoire dans le cadre de la plateforme SEDAQUA (projet financé par le Contrat Plan Etat-Région). Sur le terrain, des encagements d'organismes permettent de tester leur rôle dans les bassins. Les expérimentations en laboratoire sur colonnes expérimentales visent quant à elles à décrypter plus précisément les mécanismes d'interaction entre les algues et les organismes ingénieurs sélectionnés.

Marion Laurent
Photo : © Eric Le Roux

RENDRE NOS VOITURES PLUS PROPRES GRÂCE AUX FILTRES À PARTICULES CATALYSÉS

Philippe Vernoux est chercheur à l'Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement dans l'équipe Caractérisation et Remédiation des polluants dans l'Air et l'Eau - CARE (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS). Cette équipe s'intéresse non seulement à la mesure de la pollution, à la fois dans l'air et l'eau, mais aussi à la manière de la traiter.

Travailler sur le développement de catalyseurs pour leurs applications dans l'environnement et le développement durable, c'est l'objectif que s'est fixé l'équipe de Philippe Vernoux. S'inscrivant dans un principe de chimie durable, l'IRCELYON est un laboratoire multidisciplinaire doté d'une plateforme scientifique composée d'outils de caractérisation de pointe mis au service de cinq équipes de recherche. Mais qu'est-ce qu'un catalyseur ? C'est une espèce chimique que l'on utilise pour accélérer une réaction chimique. Il peut, par exemple, faciliter le nettoyage des filtres à particules.

Développer des catalyseurs dans une logique de développement durable

Le challenge de l'équipe est donc de concevoir de nouveaux catalyseurs, à la fois dans la préparation de ces matériaux et dans leur caractérisation, mais aussi de comprendre comment ils sont organisés, quels sont leurs sites actifs, leurs mécanismes, afin de les optimiser. Le tout s'inscrivant dans un souci de développement de matériaux durables, autant pendant leur préparation, avec des méthodes non polluantes, que via des matériaux ayant une longue durée de vie et recyclables.
Le diesel est un type de moteur qui émet des particules de suie, principalement composées de carbone. Celles-ci se forment dans la chambre de combustion. Les particules émises se collent les unes aux autres pour faire des sortes de grappes dans l'échappement du moteur. Des normes européennes de dépollution ont été fixées sur la masse puis le nombre de particules émises par kilomètre. Les constructeurs automobiles ont donc proposé des solutions pour réduire les émissions de polluants particulaires.

100% des véhicules diesel neufs sont aujourd'hui équipés de filtres à particules (FAP).

Un FAP est un filtre mécanique composé d'une structure en nid d'abeille avec des canaux. Un canal sur deux est bouché alternativement en entrée et en sortie. Les gaz entrent dans les canaux ouverts puis se retrouvent bloqués. Les parois poreuses, entre les canaux, vont laisser passer le gaz qui peut ressortir par les canaux sortants. Les particules, elles, vont s'accumuler lentement à la surface des canaux entrants. C'est une technologie efficace, mais la suie s'accumulant, il faut trouver un moyen de l'éliminer. C'est ce qu'on appelle la régénération du filtre à particules. Comment ? En brûlant les particules avec l'oxygène contenu dans l'échappement puisque c'est du carbone.

Sans le catalyseur, il faudrait monter jusqu'à 600 degrés pour brûler ce carbone.

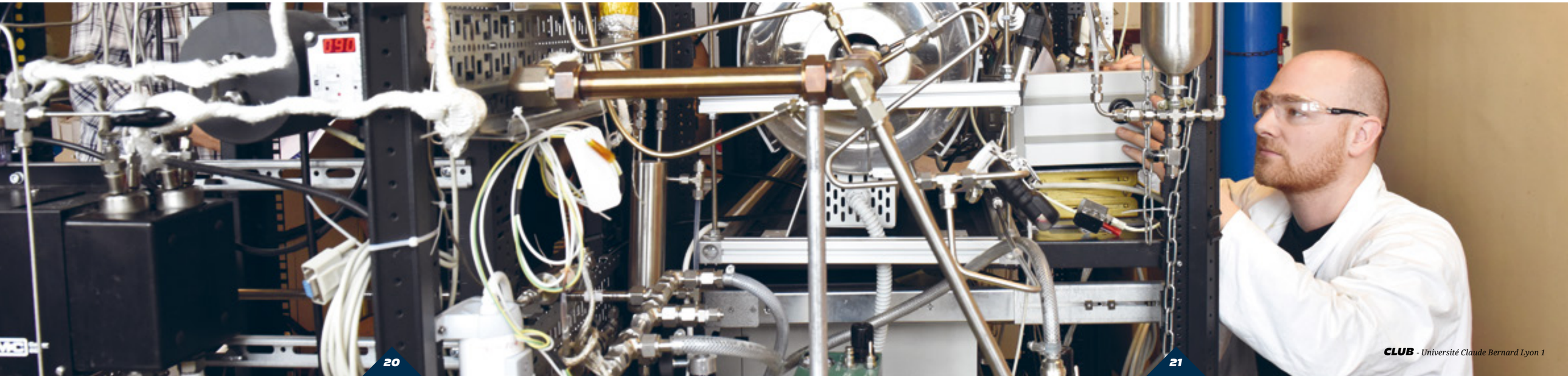
Les multiples-utilisations du catalyseur

La température des gaz d'échappement étant inférieure à 600°C, une post-injection de carburant dans la ligne d'échappement permet d'atteindre au moins 600°C dans le FAP grâce à la combustion du gazole dans le catalyseur d'oxydation, placé en amont du FAP, qui dégage de la chaleur. Chaque régénération du FAP consomme donc du carburant.
La solution trouvée par l'équipe de recherche est d'imprégner la surface des canaux entrant du filtre par un catalyseur innovant sans métaux précieux pour abaisser la température de la suie vers 400-500°C. L'oxygène en phase gaz, n'est pas capable d'aller brûler directement la suie en dessous de 550°C. Pour abaisser la température de combustion de la suie, il faut donc prendre un catalyseur qui active l'oxygène et qui va le rendre sous une autre forme capable de brûler la suie à basse température. C'est la stratégie menée en collaboration avec PSA Peugeot Citroën, qui s'inscrit dans cette démarche de développement durable. Plus on pourra régénérer le FAP à basse température, moins il y aura besoin de procéder à une régénération du filtre. Cela permet d'économiser du carburant. L'objectif final est de supprimer les régénérations actives en présence de post-injections et faire en sorte que le FAP se régénère de manière passive et en continu à basse température.

Anticiper les normes antipollution

L'autre volet sur lequel travaille l'équipe CARE est l'amélioration de la filtration des FAPs afin d'anticiper les normes antipollution. L'idée étudiée en collaboration avec l'entreprise CTI (Céramiques Techniques Industrielles) et PSA Peugeot Citroën, est d'ajouter une membrane très fine en surface des canaux entrants. En plus d'assurer une filtration maximale, cette membrane évite au catalyseur de se disperser partout dans le FAP en le gardant sur sa surface, pour un contact intime avec les particules de suie qui viennent s'y déposer.

Marion Laurent
Photo : © Eric Le Roux



PRODUIRE DE L'ÉNERGIE AUTREMENT AVEC L'ÉLECTRO-CHIMIE

Philippe Vernoux travaille également sur les propriétés de l'hydrogène, source d'énergie propre pour recharger nos véhicules. Zéro émission de polluants, pas d'oxydes d'azote (NOx), pas de particules et peu de masse pour beaucoup d'énergie… l'hydrogène présente de nombreux avantages.

L'électrochimie, c'est prendre un combustible et le transformer directement en énergie électrique. Comment cela fonctionne-t-il ? L'hydrogène réagit avec des oxygènes ioniques contenus dans un matériau conducteur ionique et fabrique de l'eau et des électrons.

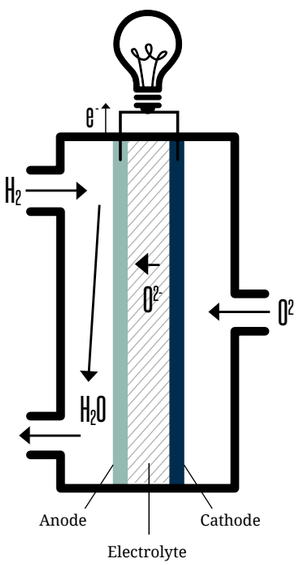
Une énergie propre

Les avantages sont visibles tout de suite : il n'y a pas de gaz polluants, puisque l'on ne rejette que de l'eau et on fabrique directement de l'électricité. Les rendements sont également beaucoup plus importants, de l'ordre de 60-70% au lieu de 40-50% pour des moteurs thermiques. Par conséquent, dans le CO_2 rejeté par les moteurs thermiques, la moitié est émise dans l'atmosphère pour rien. Si l'hydrogène devient le combustible du futur, l'émission de polluants sera nulle et même en utilisant un combustible fossile comme le gaz naturel, la pile à combustible émettra moins de CO_2 qu'un moteur thermique classique. De plus, la pile à combustible est silencieuse car il n'y a pas d'explosion, pas de pistons donc pas de bruit.

C'est une technologie encore coûteuse, cela comprend des catalyseurs, des matériaux céramiques ou polymères, mais pas plus que toute autre technologie à son démarrage. Aujourd'hui un réservoir d'essence fait entre 30 et 50 litres. Avec cette technologie, 5 litres d'hydrogène suffisent pour la même autonomie. Des véhicules fonctionnant à l'hydrogène équipés d'une pile à combustible sont d'ores et déjà sur le marché avec une autonomie de 650 km. Pas besoin de charger sa batterie tous les soirs, le plein de «carburant» se fait à la pompe comme avant.
L'hydrogène étant l'élément chimique le plus léger, il n'est pas retenu par la gravité terrestre et n'existe de manière naturelle qu'à l'état de traces. Le challenge à relever est donc de le fabriquer et dans la mesure du possible, par des voies durables et propres.

Marion Laurent

PILE À COMBUSTIBLES À OXYDES SOLIDES



MARJORIE BREMOND
DIPLÔMÉE LYON 1

Date et lieu de naissance
25 octobre 1986 à Rouen

Métier rêvé
Je me destinais à l'enseignement, plus précisément professeur des écoles. La pédagogie, la transmission d'un savoir, l'absence de routine, le côté pluridisciplinaire et la polyvalence des activités m'intéressaient particulièrement.

Études
Après un bac S, je me suis orientée vers l'Université en Licence Biologie Générale et Sciences de la Terre et de l'Univers pour entrer à l'Institut Universitaire de Formation des Maitres (actuellement ESPE). Après réflexion personnelle, stages et échanges avec les consultants du Service d'Orientation et d'Insertion professionnelle des Etudiants, mon intérêt pour l'environnement et ma sensibilité personnelle pouvaient être un point de départ pour continuer mon cursus. L'Université Claude Bernard Lyon 1 proposait un Master Environnement et Risques Industriels et Urbains à l'Institut du Génie de l'Environnement et de l'Ecodéveloppement – Institut universitaire spécialisé (IG2E). J'ai intégré l'IG2E pour deux ans de Master en apprentissage.

Premiers postes
J'ai été stagiaire animatrice Qualité Sécurité Environnement chez ARTELIA pendant 5 mois. A l'issue, j'ai été prolongée en contrat d'apprentissage pour l'année de Master 2. Mes missions en tant qu'animatrice QSE ont évolué vers un profil d'ingénieur environnement.

Poste actuel
Je travaille toujours chez ARTELIA où je continue mes activités d'ingénieur environnement.

Missions
Je réalise des études d'impact environnemental en France et à l'international, principalement en Afrique. Mes clients font partie du secteur public et privé dans les domaines gaziers, pétroliers, énergies renouvelables, énergies électriques, ou infrastructures. Ma mission est d'identifier, en amont du projet et sur la base des données techniques fournies par le client, les impacts engendrés par le projet, en phase construction et exploitation. Je propose ensuite des mesures adéquates pour éviter, réduire, ou compenser ces impacts.

Hobbies
Je pratique le handball depuis 15 ans. Je suis également passionnée des sports de montagne. La culture et la découverte du monde, les voyages prennent une part importante dans mes loisirs.

Apport de l'Université Claude Bernard Lyon 1 dans la vie professionnelle
La pluridisciplinarité de la Licence et du Master apporte l'ouverture d'esprit et les méthodes de compréhension indispensables à l'appréhension des différents domaines de l'environnement.
L'autonomie, la rigueur exigée et la professionnalisation apportée par le Master m'ont donné les connaissances suffisantes pour réaliser mon projet professionnel.

Propos recueillis par
Marion Laurent

Illustration : © Adèle Bailly

DES DRONES À L'UNIVERSITÉ : CE N'EST PAS DE LA SCIENCE-FICTION

Forte de 10 années d'expérience dans l'expérimentation et l'usage des drones, l'Université Claude Bernard Lyon 1, au travers de son laboratoire de Géologie (Université Claude Bernard Lyon 1/ENS de Lyon/CNRS), du service iCAP, avec le soutien de la Région Auvergne-Rhône-Alpes via l'Université Numérique en Région Auvergne-Rhône-Alpes, met à la disposition des enseignants chercheurs une dizaine de drones.

Qu'est-ce qu'un drone ?

Un drone est un aéronef qui est sous le contrôle d'un télépilote. On parle alors d'aéronef télépiloté. Grâce aux évolutions des technologies embarquées, les drones sont devenus des appareils de haute technologie capables d'observer et de mesurer à distance, permettant d'acquérir des informations en temps réel. L'Université Claude Bernard Lyon 1 possède actuellement une dizaine de drones, allant du petit au grand porteur.

Quels usages ?

Les enseignants chercheurs peuvent utiliser les drones à des fins :
> ***Pédagogiques :*** l'acquisition de données et d'images leur permet d'illustrer des cours, de servir de matériel de base pour des TD ou TP, ou d'intégrer des MOOC (Massive Open Online Course). Les champs disciplinaires directement concernés sont les sciences de la nature (géologie, écologie, géographie, physique, sciences de l'eau et de l'atmosphère), les sciences de l'ingénieur, les sciences humaines (archéologie, urbanisme etc.) et les disciplines sportives.
> ***De recherche***, dans les domaines tels que les sciences de la terre, la biologie, l'écologie, l'archéologie, les sciences de l'atmosphère. Les drones permettent de collecter des données environnementales. Ils permettent également d'étudier les risques naturels et la géomorphologie, de réaliser des missions successives pour suivre l'évolution de processus actifs, de dénombrer des espèces animales ou végétales, de faire de la détection, de réaliser des prélèvements de gaz et de mesurer *in situ* des paramètres atmosphériques.

Comment ?

Grâce au matériel embarqué (capteurs), les drones permettent l'acquisition de données aériennes à des coûts bien inférieurs à ce qui peut être fait en avion ou en hélicoptère, ainsi qu'à des résolutions spatiales bien meilleures.
Les drones « courants » permettent d'embarquer de cinq à sept kilos de matériel. Il existe tout une branche de l'instrumentation, qui vise à miniaturiser ces capteurs. Il y a cinq ans, un capteur pesait 20 kilos au minimum. Aujourd'hui il existe des modèles pesant moins d'un kilo.

Un usage des drones réglementé

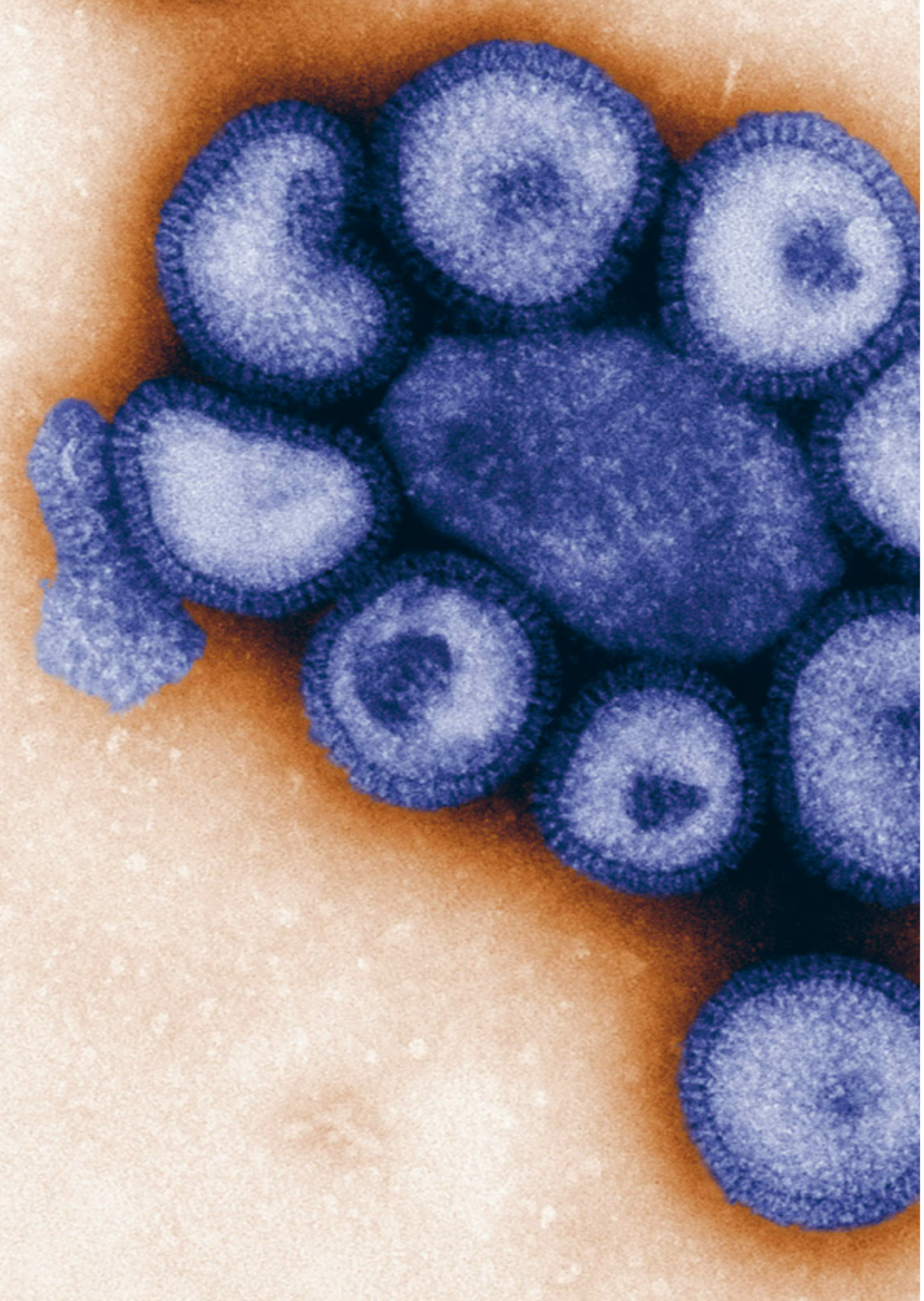
La règlementation fixe des dispositions relatives aux drones et aux conditions de leur utilisation qui visent à assurer la protection des personnes au sol et des autres usagers de l'espace aérien. L'exploitant doit documenter son activité et la façon dont il satisfait à ses obligations règlementaires, dans un manuel d'activités particulières qu'il tient à la disposition des autorités en cas de contrôle. Les télépilotes doivent détenir un certificat d'aptitude théorique de pilote d'aéronef habité et l'exploitant doit s'assurer de leur compétence pratique. Un brevet de télépilote devrait voir le jour courant 2016.

Pour plus d'informations sur les drones et leurs usages :

Laboratoire de Géologie :
Pascal ALLEMAND : pascal.allemand@univ-lyon1.fr
Philippe GRANDJEAN : philippe.grandjean@univ-lyon1.fr

Service iCAP
Christophe BATIER : christophe.batier@univ-lyon1.fr

Chahira Yahiaoui
Illustration : © Adèle Bailly



GRIPPE : ETUDE SUR L'ASSEMBLAGE DES VIRUS INFLUENZA

La grippe est un virus qui renferme encore quelques mystères. Les travaux réalisés par l'équipe VirPath du Centre International de Recherche en Infectiologie (Université Claude Bernard Lyon 1/Inserm/CNRS/ENS de Lyon), ont permis de comprendre les mécanismes de transmission et d'assemblage de ce virus, d'origine aviaire, vers l'homme.

Quels sont les mécanismes qui permettent d'assembler, dans chaque particule produite par une cellule infectée, un exemplaire de chacun des huit segments d'ARN (molécule biologique servant de matrice pour la production des protéines) composant son génome ? Et par quels mécanismes ces virus d'origine aviaire arrivent-ils à s'adapter puis à diffuser chez l'homme en provoquant une pandémie ? L'hypothèse proposée par l'équipe de Bruno Lina est que ces deux mécanismes seraient intimement liés.

Comment le virus s'assemble-t-il ?

« Le virus influenza comporte huit segments génomiques, tous différents, tous indispensables. Chaque segment est organisé de la même façon en codant de une à trois protéines. Ces protéines sont encadrées par des régions non codantes de taille variable et de deux extrémités partiellement complémentaires dont la séquence est conservée. La microscopie électronique montre que pour être infectieux, ces virus doivent comporter un exemplaire de chacun des huit segments.
Dans la particule virale, l'ARN est recouvert de protéines, pour former des vRNP (association d'ARN et de protéines). Au cours de la multiplication du virus dans la cellule, un nombre très important de copies de chaque vRNP est produit. Toutefois, les particules virales produites comportent toutes un jeu complet des huit segments qui sont internalisés selon une organisation identique. Cet assemblage macromoléculaire des huit vRNP semble très bien organisé alors que la production dans la cellule ressemble plutôt à une production « en vrac ». »

En quoi cet assemblage est-il important ?

« L'équipe VirPath a fait l'hypothèse que l'internalisation des huit segments du génome viral était ordonnée. Il a fallu d'abord mettre en place des outils comme la génétique inverse, la cryotomographie en microscopie électronique, la reconstruction en 3D des images de microscopie électronique, et des études d'interaction. Puis, en utilisant un virus H3N2 humain, elle a pu montrer que l'assemblage des huit vRNP reposait sur la capacité de certains à s'apparier entre eux par des liaisons ARN-ARN. Puis, en testant cet appariement, elle a pu identifier les régions impliquées dans ces couplages et déterminer avec précision quels étaient les nucléotides permettant d'assurer l'assemblage.
Ces résultats ont confirmé que l'assemblage des vRNP des virus influenza H3N2 était contrôlé par les séquences localisées aux extrémités des différents segments d'ARN créant un réseau qui a aussi été visualisé sur des coupes de virus obtenues en microscopie électronique. Cette reconstruction a confirmé le positionnement des segments d'ARN les uns par rapport aux autres, et que les interactions étaient essentiellement entre les extrémités des segments d'ARN.
L'analyse de plusieurs particules virales, produites au cours d'une même infection, montre toujours la même organisation au sein de la particule virale. Cela signifie que les interactions ARN-ARN sont des contraintes fortes pour l'assemblage macromoléculaire. Sans ces interactions, il n'y a pas d'assemblage. »

Que prouvent ces interactions ?

« Cela explique la difficulté d'adaptation des virus aviaires à l'homme, phénomène observé lors de l'apparition d'un virus pandémique qui nécessite un mélange de segments de génome de virus aviaires et humains, afin de construire des virus appelés réassortants. L'équipe a pris des régions qui contrôlent l'assemblage pour construire un ARN hybride et « faire croire » qu'un segment aviaire venait d'un virus humain. Elle a pu ainsi introduire ce segment d'un virus aviaire dans un virus humain.
Cette information conforte l'hypothèse que la connaissance des interactions entre les segments d'ARN d'un virus permet de mieux comprendre comment un virus aviaire peut se transmettre à l'homme. »

Bruno Lina

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON 1

67 LABORATOIRES
30 PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES
EN SCIENCES, TECHNOLOGIE, SANTÉ

1ÈRE
UNIVERSITÉ FRANÇAISE EN DÉPÔT DE BREVET

INNOVATION ET PARTENARIATS

Vous avez un projet, l'Université vous accompagne !

> **Formez-vous et formez vos collaborateurs :**
formation continue, alternance, formation tout au long de la vie

> **Innovez à nos côtés :**
2 filiales de valorisation, 40 millions de recherche partenariales, 59 brevets publiés, 38 start-up

> **Recrutez vos futurs collaborateurs :**
plateforme stages-emploi, bourses doctorants, 90% d'insertion professionnelle en – de 3 mois

ENSEMBLE, RÉINVENTONS DEMAIN.

http://www.univ-lyon1.fr/vous-etes-/entreprise-partenaire/

www.facebook.com/UnivLyon1

https://twitter.com/UnivLyon1