

SERI

SALON EUROPÉEN DE LA RECHERCHE & DE L'INNOVATION

4^e EDITION / PARIS EXPO / PORTE DE VERSAILLES / FRANCE

5>7 JUNE 2008

Le stand CNRS

"Recherches et développement durable"

www.european-research-exhibition.com



Contacts :

Emilie Smondack – 01 44 96 53 58 – emilie.smondack@cnrs-dir.fr

Laurence Hermant – 01 44 96 51 67 – laurence.hermant@cnrs-dir.fr

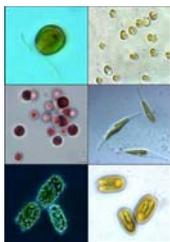
Cécile Pérol – 01 44 96 49 88 – cecile.perol@cnrs-dir.fr

Stand CNRS « Recherches et développement durable »

Pour cette 4^{ème} édition du Salon européen de la recherche et de l'innovation, le CNRS présentera 11 projets de recherche sur la thématique du développement durable sur un stand de 81m². Parmi les thèmes à l'honneur : **la mise en valeur des ressources naturelles renouvelables, la lutte contre la pollution et le développement de nouvelles énergies.** Quatre départements scientifiques du CNRS seront ainsi représentés : le département "Environnement de développement durable" (EDD) avec le laboratoire *Littoral, environnement et sociétés* de La Rochelle, le département "Sciences du vivant" (SDV) avec *le laboratoire de génétique moléculaire, génétique et microbiologie* de Strasbourg, le département "Chimie" avec *l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO)*, et le département "Sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie" (ST2I) avec *le laboratoire Ampère* de Lyon.

Aux côtés des différents laboratoires, l'Institut de l'Information Scientifique et Technique du CNRS (INIST-CNRS), véritable bibliothèque numérique scientifique, présentera tous ses savoir faire au service des acteurs de la recherche privée et publique en matière d'accès, de valorisation, de diffusion et d'archivage des résultats de la recherche mondiale.

Valorisation de produits issus de biomasses marines renouvelables : application à la thérapie anti-cancéreuse



microalgues
marines

L'équipe du projet PHOTOMER cherche à identifier et valoriser des molécules issues de micro-organismes marins pouvant être utilisées en santé humaine, notamment dans le traitement de cancers. L'enjeu est de découvrir de nouveaux composants photo sensibles pour pallier les besoins inhérents à la pratique de la photochimiothérapie. La photochimiothérapie ou photothérapie dynamique des tumeurs (PDT) est une méthode innovante de traitement des cancers basée sur la rétention d'un médicament (photosensibilisant) par les cellules ou tissus tumoraux. Ces photosensibilisants généralement inoffensifs sont plus ou moins retenus sélectivement par les tissus malins et deviennent toxiques pour les cellules malines après absorption lumineuse à une longueur d'onde adaptée. Différentes réactions chimiques induisent des oxydations et la mort des tissus tumoraux ayant capté le sensibilisant et ayant été irradiés. La destruction sélective du tissu tumoral est associée à des effets secondaires très modérés en comparaison d'autres traitements disponibles.

La photochimiothérapie est utilisée de manière courante en ophtalmologie, dermatologie, chirurgie neuronale et gastro-entérologie. Seuls six types de molécules ont reçu une approbation pour être utilisée en photochimiothérapie clinique. Le défi, aujourd'hui, est de découvrir de nouveaux composants photo réactifs, plus efficaces que ceux utilisés habituellement. C'est le défi que s'attache à relever le projet PHOTOMER.

L'approche développée consiste à cultiver des microalgues marines en photobioréacteurs avant d'extraire, de purifier, puis de caractériser les pigments et composants relatifs. Les chercheurs évaluent ensuite la photosensibilité in vitro et in vivo de ces pigments. Les molécules les plus réactives sont alors synthétisées et leurs propriétés définies.

Le projet vise un développement clinique rapide de ces molécules et à ce titre, les essais pré-cliniques sont réalisés avec des partenaires de projet, acteurs du cancérpôle grand Ouest.

Durabilité des matériaux, enjeux économiques et impératifs écologiques : la problématique de la biocorrosion



rouille sur matériau corrodé

Aujourd'hui, les coûts induits par la corrosion dans un pays industrialisé représentent 4,5 % de son PIB (la corrosion détruit, dans le monde, 5 tonnes d'acier par seconde). Le souci d'efficacité dans la lutte contre la corrosion (plus que justifié dans des domaines sensibles : aéronautique, nucléaire) a conduit à des solutions parfois extrêmement nocives pour l'environnement, notamment dans le domaine des revêtements et traitements de surface : peintures anti-salissures au tributylétain, revêtements de cadmium, chromatisation... Les revêtements et traitements de surface (RTS) restent un domaine industriel particulièrement polluant, et les nouveaux enjeux de l'anticorrosion sont donc essentiellement d'ordre environnemental.

L'augmentation de la durée de vie d'un matériau nécessite une compréhension détaillée des processus physico-chimiques mis en jeu par le système de corrosion (métal/interface/environnement). Certains systèmes complexes restent mal compris, notamment lorsque l'activité de micro-organismes induit des conditions particulières en raison de leur métabolisme (production de molécules renforçant le phénomène de corrosion). Concernant la corrosion des aciers en milieu marin, l'approche pluridisciplinaire qui sera présentée dans le cadre du salon est indispensable pour assurer la caractérisation de l'action des bactéries sulfurogènes pouvant induire des cas de corrosion catastrophiques.

Outre la présentation des recherches sur les processus de corrosion, les visiteurs du salon pourront notamment découvrir des échantillons de matériaux corrodés.



biocatalyseur

La biocatalyse solide/gaz : application à la biodépollution d'effluents gazeux et développement de nouveaux procédés sans solvant

La biocatalyse solide/gaz (réaction avec un biocatalyseur solide sur des substrats et produits gazeux) apparaît aujourd'hui comme une technique très prometteuse, que ce soit en recherche fondamentale ou pour le développement de nouveaux procédés industriels plus respectueux de l'environnement.

En recourant à des enzymes ou des cellules comme matériel catalytique, elle concurrence maintenant les procédés de transformation utilisant des solvants polluants et offre des perspectives de développement très intéressantes : le développement de procédés biocatalytiques propres (avec enzymes purifiées ou partiellement purifiées et fragments de cellules ou cellules mortes), ne nécessitant aucun solvant, continu, et permettant un contrôle thermodynamique total du système réactionnel (pour un meilleur contrôle de l'activité et de la stabilité des catalyseurs)

Plusieurs champs d'application peuvent bénéficier de cette technologie et notamment : les instruments d'essais, de détection ou d'analyse biologiques, les procédés de biodégradation ou bioremédiation, la production de substances pour l'industrie alimentaire (arômes, parfums) et la chimie de spécialité.

La technologie solide/gaz offre ainsi une alternative plus écologiquement responsable à de nombreux procédés chimiques existant. Ayant développé et breveté cette technologie,

l'Université de la Rochelle accueille l'unique plateforme de recherche dédiée à cette technologie dans toute l'Europe capable de travailler depuis l'échelle du laboratoire jusqu'à la production pré-industrielle.

Sur le salon, l'équipe du professeur Lamare présentera deux exemples d'application :

- le recours à la biocatalyse pour traiter des effluents gazeux contenant des composants organochlorés volatils très toxiques et dont le piégeage et la dégradation sont très difficiles par les procédés actuellement disponibles (travail effectué en partenariat avec l'ADEME).
- le développement de nouveaux procédés de synthèse de substances aromatisantes naturelles pour l'industrie de la parfumerie et de l'agro-alimentaire, sans solvant, plus économes en énergie et s'inscrivant dans le concept de la chimie pour le développement durable.

L'huître creuse : vers de nouveaux capteurs biologiques pour l'environnement



Cassostrea gigas

L'industrie aquacole représente une activité économique importante en France. Elle se développe principalement dans les zones côtières et estuariennes qui sont sensibles à des problèmes de pollution d'origine humaine. Les effets des polluants sur les espèces habitant ces zones estuariennes n'ont pas encore été bien caractérisés.

Une équipe du labo LIENSS a choisi de s'intéresser à l'impact des polluants sur les activités physiologiques de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Cette dernière présente en effet deux caractéristiques qui favorisent la bioaccumulation des polluants dans ses tissus : sa sédentarité et son activité de filtre. Les chercheurs s'intéressent particulièrement aux modifications de la réponse immunitaire apportée par l'huître en cas de stress environnemental. Ils étudient notamment au niveau du système digestif de l'huître l'activité phénoloxydase, qui est considérée comme un biomarqueur pertinent de l'effet des polluants.

Dans ce contexte général, cette étude cherche à développer des outils biotechnologiques innovants, spécifiques aux huîtres, et à les valider par une triple approche biochimique, moléculaire et écologique. Cette étude est une des premières à contribuer au séquençage du gène codant pour la phénoloxydase chez l'huître creuse, et à la purification de cette protéine afin d'avoir une caractérisation du comportement enzymatique.

En conclusion, le clonage, l'expression et la caractérisation biochimique de la phénoloxydase chez *C. gigas* pourraient être utilisés comme des outils de diagnostic permettant de détecter les effets précoces des polluants au niveau de l'individu.

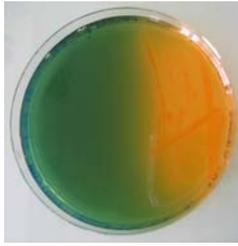
Plus largement, cette étude montre aussi l'intérêt d'utiliser des indicateurs et des descripteurs biologiques de type immunologique et/ou physiologique dans le cadre du suivi et du contrôle de la pollution environnementale.

Contact :

Sylvain Lamare, Directeur

Laboratoire « Littoral, environnement et société » (LIENSS) - département EDD

Tél. : 05 46 45 82 75 ou 05 46 50 76 34 - Mél. : slamare@univ-lr.fr



dégradation du
chlorométhane par
*Methylobacterium
chloromethanicum* CM4

Sélectionner les bactéries de l'environnement dégradant les polluants chlorés : vers des stratégies de bio-remédiation

Les composés organochlorés à un atome de carbone sont des molécules toxiques pour l'homme. Certaines de ces molécules, tels le dichlorométhane (CH_2Cl_2) et le tétrachlorure de carbone (CCl_4) sont principalement d'origine anthropique et largement utilisées dans l'industrie chimique. En revanche, le chlorométhane (CH_3Cl) est produit majoritairement par certaines algues et plantes terrestres, mais n'en est pas moins un polluant gazeux impliqué dans l'effet de serre et dans la destruction de la couche d'ozone.

Ces composés organochlorés peuvent être biologiquement dégradés par voie microbienne. Certaines bactéries appelées méthylotrophes, en particulier, sont capables d'utiliser le chlorométhane ou le dichlorométhane comme seule source de carbone et d'énergie pour leur croissance.

L'équipe "Adaptations et Interactions Microbiennes dans l'Environnement" dirigée par le Pr Stéphane Vuilleumier étudie les processus de dégradation microbienne de ces composés organochlorés en vue du développement de procédés de bio-remédiation. Cette technique consiste en effet à utiliser les propriétés de certaines bactéries dans la lutte contre la pollution. Différentes approches moléculaires et culturelles sont mises en œuvre afin de caractériser la diversité microbienne d'environnements pollués et les microorganismes capables de dégrader les molécules cibles. Les mécanismes physiologiques, les gènes et les protéines impliqués dans les processus de dégradation microbienne sont étudiés, en particulier, par des approches de biologie moléculaire, de génomique, de protéomique, et de cytométrie en flux.

Ces études bénéficient de l'apport du génome complet de deux souches bactériennes modèles dégradant le dichlorométhane ou le chlorométhane : respectivement *Methylobacterium dichloromethanicum* DM4, dont le génome a été obtenu au Génoscope en 2005, et *Methylobacterium chloromethanicum* CM4 dont le génome est séquencé dans le cadre d'un programme international (Joint Genome Institute, USA, 2007).

Différentes démonstrations seront réalisées dans le cadre du SERI : maquette 3D expliquant le principe de la cytométrie en flux qui permet de trier les bactéries, cultures microbiennes sur milieux spécifiques et mise en évidence de la dégradation de composés organochlorés par les bactéries.

Contact :

Dr Thierry Nadalig, Maître de conférences

Laboratoire de génétique et moléculaire, génomique et microbiologie – département SDV

Tél. : 03 90 24 19 73 - Mél : thierry.nadalig@gem.u-strasbg.fr

Pour en savoir plus :

<http://www.m-g-e.org/>

Métabolisme de l'arsenic chez les bactéries : de la résistance à la détoxification

L'arsenic est largement répandu dans la croûte terrestre. Ses formes inorganiques sont très toxiques. Dans l'eau, il se trouve surtout sous deux états d'oxydation, As(III) et As(V). Il a été



ruisseau acide minier chargé en arsenic

identifié comme un risque majeur pour la santé humaine en divers endroits du monde, particulièrement en Inde et au Bangladesh. Même en France, une pollution des eaux de distribution a été détectée dans certaines régions. Or l'intoxication chronique peut conduire à l'apparition de cancers.

L'un des enjeux des recherches actuelles est de dépolluer les eaux contaminées grâce à un principe de bioremédiation reposant sur l'utilisation de bactéries. Parmi les deux formes d'arsenic trouvées dans l'eau, l'As(V) est considérée moins toxique et moins biodisponible que l'As(III). Une solution permettant de décontaminer les eaux consiste à oxyder l'As(III) en As(V) par divers procédés d'oxydation chimique. L'alternative moins chère, rapide et plus appropriée dans une perspective de développement durable consiste à oxyder l'As(III) en As(V) par voie microbiologique en utilisant des bactéries ayant cette propriété : les bactéries arsénite-oxydantes. Les recherches visent aussi à développer des moyens d'isoler l'arsenic présent dans l'eau, par exemple à l'aide d'une matrice extracellulaire capable de séquestrer l'arsenic. L'enjeu est d'isoler des souches bactériennes facilement manipulables et présentant ces deux caractéristiques.

Si le traitement par voie microbienne des eaux contaminées par l'arsenic est un domaine important, les équipes mènent en parallèle de nombreux travaux en recherche fondamentale. Plus de douze laboratoires en France sont réunis autour de la thématique¹. Ainsi, la diversité et la biochimie du métabolisme de l'arsenic, son importance écologique et ses applications potentielles sont les thèmes coordonnés selon cinq axes principaux : séquençage et annotation du génome de bactéries arsénite-oxydantes, étude de l'effet de l'arsenic sur la physiologie bactérienne, étude de l'arsénite-oxydase et son implication dans le métabolisme énergétique, évaluation du rôle des bactéries dans le cycle biogéochimique de l'arsenic, identification de nouvelles fonctions potentiellement utilisables en bioremédiation.

Dans ce contexte, les chercheurs ont réalisé le séquençage et l'annotation de deux génomes bactériens et deux autres génomes sont en cours d'analyse.

Contact :

Professeur Philippe Bertin, Directeur du programme

Laboratoire de génétique et moléculaire, génomique et microbiologie – département SDV

Tél. : 03 90 24 20 08 - Mél : philippe.bertin@gem.u-strasbg.fr

Pour en savoir plus :

<http://gdr2909.u-strasbg.fr/gdr2909/>



*scooter hybride
batteries/pile à combustible H₂/O₂*

L'hydrogène, vecteur énergétique

Face à la raréfaction des énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon, etc.) et aux dérèglements climatiques liés aux émissions massives de CO₂, de nombreux travaux de recherche visent à mettre au point de nouveaux procédés de gestion des énergies renouvelables (EnR). En particulier, l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur énergétique semble très prometteuse car sa combustion électrochimique, à basse température et avec

l'oxygène de l'air (à l'aide d'une pile à combustible H₂/O₂), permet de produire de la chaleur et de l'électricité sans émission de CO₂. Le seul rejet chimique de la réaction est de l'eau.

¹ Groupement de recherche associant notamment le CNRS, l'Université Louis Pasteur, le Génoscope, l'Institut Pasteur et le BRGM

L'hydrogène n'étant pas une source primaire d'énergie (on ne le trouve pas dans la nature à l'état libre), il est nécessaire de le produire grâce à des EnR, en utilisant des procédés respectueux de l'environnement. Par exemple, il peut être obtenu à partir de l'eau par électrolyse directe ou par photo-décomposition, ce qui nécessite l'utilisation de catalyseurs efficaces et de faible coût. En s'inspirant de la nature, les chercheurs essaient de comprendre le mode de fonctionnement de l'enzyme qui permet d'oxyder l'eau lors de la photosynthèse, afin de construire des modèles chimiques simplifiés susceptibles d'en conserver les propriétés catalytiques.

Lors du SERI, un ensemble de résultats issus de collaborations entre l'Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay (CNRS - Université Paris-Sud 11), la Compagnie Européenne des Technologies de l'Hydrogène (CETH, Marcoussis) et le CEN Saclay (CEA) seront présentés, avec en particulier un générateur d'hydrogène d'une capacité de 200 litres H₂ / heure et un mini scooter hybride (batterie/pile à combustible H₂/O₂).

Contact :

Boris Vauzeilles, communication

Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO) – département Chimie

Tél. : 01 69 15 68 36 - Mél. bvauzeil@icmo.u-psud.fr

Pour en savoir plus :

<http://www.icmmo.u-psud.fr/Labos/LCI/themes/theme4.php>

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

La pile à combustible microbienne

Le principe de la pile à combustible microbienne ou biopile est de produire de l'électricité à partir de déchets domestiques ou industriels. Les biopiles utilisent les bactéries pour convertir directement en électricité une partie de l'énergie disponible dans un substrat biodégradable. Les chercheurs du laboratoire Ampère (CNRS/ Ecole centrale de Lyon/ INSA Lyon / Université Claude Bernard Lyon 1) ont mis au point des réacteurs qui génèrent de l'électricité à partir des réactions d'oxydo-réduction impliquées dans la dégradation de molécules organiques par les bactéries. Ces réacteurs, de conception similaire aux piles à combustible, aboutissent à la libération de protons et d'électrons qui peuvent être transférés aux électrodes. Les biopiles peuvent être alimentées par une diversité de molécules organiques simples (sucres, protéines...) ou directement avec les effluents à traiter.

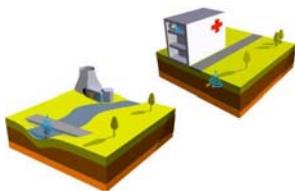
En recherche fondamentale, les équipes s'attachent à identifier les bactéries capables de produire de l'électricité. Ils s'intéressent aux mécanismes de transfert d'électrons et d'adaptation des communautés microbiennes et mesurent l'impact de l'architecture et la composition des électrodes ou de la configuration des bioréacteurs sur la génération d'électricité.

Fruit d'une approche interdisciplinaire, ce projet rassemble des chercheurs en bio-ingénierie, électrochimie, génie électrique ou encore microbiologie. De nombreuses applications peuvent y être associées : traitement des eaux usées, traitement des effluents industriels et agricoles, autonomie énergétique, valorisation des déchets et production d'énergie à un moindre coût.

Un prototype de la biopile sera exposé sur le stand CNRS du SERI.



*exemple de pile
à combustible microbienne*



La transmission d'énergie sans fil

L'objectif de ce projet concerne la transmission d'énergie sans contact, sur de grandes distances, pour des systèmes nomades. Les niveaux d'énergie mis en jeu sont faibles et les distances, inférieures à 100 mètres.

Le fonctionnement du dispositif est basé sur une source micro-onde émettant des ondes électromagnétiques captées par une antenne de réception. Une fois captée, l'énergie véhiculée sous forme de signal alternatif est convertie en signal continu. Le signal redressé est ensuite filtré et éventuellement régulé pour être utilisé comme source d'énergie électrique continue par une charge quelconque.

Tout en prenant en compte certaines contraintes comme l'impossibilité de traverser certains milieux (eau, métal...) et la nécessité de respecter le niveau de champ admissible par les personnes (2.45 GHz) 137 V/m pour les travailleurs et 27 V/m pour le public, ce système de transmission d'énergie sans contact représente certains avantages : la possibilité d'associer à l'onde énergétique un transfert d'informations, de miniaturiser les éléments ou de recourir à des antennes directionnelles ou non.

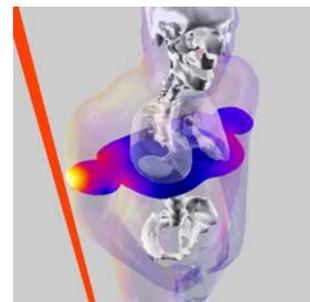
Le développement de ce principe de transmission d'énergie sans contact peut s'inscrire dans de nombreuses applications : zones de contrôle d'accès, alimentation à distance de micromoteurs ou de microsystèmes électromagnétiques (MEMS), domotique sans batterie, alimentation de capteurs dormants (non accessibles à l'homme), aide à la reconnaissance et au positionnement d'objets pour les non voyants, alimentation de systèmes électriques implantés dans le corps humain...

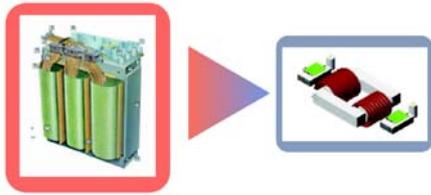
Un prototype utilisant le principe de compatibilité électro-magnétique sera exposé sur le stand CNRS du SERI.

Dosimétrie numérique basse et moyenne fréquence

L'exposition humaine aux champs électromagnétiques et ses effets éventuels à long terme sur la santé sont des sujets très médiatisés. En basses et moyennes fréquences (ligne haute tension par exemple), l'évaluation objective des phénomènes induits est délicate : il n'existe pas de méthodologie précise de mesure des grandeurs électromagnétiques dans le corps humain.

Le Laboratoire Ampère s'est attaqué à l'évaluation des grandeurs électromagnétiques (courants, champs, énergie, ..) induites dans le corps humain à partir du calcul. Les recherches se sont focalisées sur le développement de modèles mathématiques et numériques performants et de démarches spécifiques. Elles se sont concrétisées dans la réalisation d'un logiciel dédié, qui permet aujourd'hui la réalisation d'une « dosimétrie numérique » en 3D, pour toute situation d'exposition à basses et moyennes fréquences. On peut notamment s'intéresser aux organes les plus sensibles (cœur, cerveau, yeux, ...), en visualisant la répartition de la densité de courant ou des apports d'énergie par des techniques modernes d'IHM.





Fonctionnement des composants SiC à haute température (200°C)

L'amélioration des performances (rendement, compacité, fiabilité, disponibilité, ...) en électronique de puissance passe par l'intégration de plusieurs composants, qui est aujourd'hui le moteur de la recherche industrielle et scientifique. En particulier, le carbure de silicium (SiC) offre d'excellentes perspectives en terme d'isolation électrique, de refroidissement, de température de fonctionnement et de capacité d'intégration hétérogène ou monolithique. C'est un matériau semi-conducteur ayant des propriétés physiques nettement supérieures à celles du silicium, permettant de repousser les limites actuelles de fonctionnement des composants d'électronique de puissance : haut voltage, grande puissance et haute température.

L'objectif visé par l'équipe de recherche est la modélisation, la conception, la réalisation et la caractérisation de nouveaux composants et de nouvelles structures de convertisseurs exploitant les possibilités offertes par le carbure de silicium.

Les applications visées vont de l'aérospatiale, le forage, l'aéronautique, le transport ferroviaire, les réseaux électriques de distribution jusqu'à l'automobile et la domotique.

Lors du salon européen de la recherche et de l'innovation, c'est l'étude des composants et convertisseurs en SiC pour les environnements haute température qui sera mise à l'honneur. L'aéronautique (200 – 300°C), le forage (200-500°C) et l'aérospatiale (200 - 500°C) utilisent aujourd'hui des commandes hydrauliques car les convertisseurs statiques classiques en silicium ne fonctionnent pas à ces températures. Pour aller au-delà de 300°C, il est nécessaire d'utiliser des circuits de commande eux-mêmes en carbure de silicium. Le laboratoire AMPERE est impliqué dans plusieurs projets pour la modélisation et la caractérisation des composants SiC dans ce type d'environnement. Les objectifs sont très ambitieux et nécessitent une collaboration avec d'autres laboratoires.

Sur le salon, les visiteurs découvriront le fonctionnement de composants SiC qui permettront d'alimenter un moteur électrique d'une puissance de 700 W monté sur un bloc de cuivre dont la température sera régulée à 200°C.

Contacts :

Laboratoire Ampère – département ST2I

Laurent Nicolas, Directeur

Tél. : 04 72 18 61 16 - Mél. : laurent.nicolas@ec-lyon.fr

Gaëlle Bonnet, communication

Tél. : 04 72 18 61 06 - Mél. : Gaelle.bonnet@ec-lyon.fr

Pour en savoir plus :

<http://www.ampere-lab.fr>