

# IP News 5

La lettre d'information de l'Institut Pascal • Numéro 5 • Février 2020

*De par sa genèse, l'Institut Pascal est une Unité de Recherche intrinsèquement pluridisciplinaire puisqu'elle associait dès sa création en 2012 des enseignants-chercheurs et des chercheurs de 7 sections CNU différentes. Le choix retenu sur la période 2012–2016 a été de ne considérer comme interdisciplinaire que des actions portées par des personnels relevant d'au moins deux des axes de l'Unité. En conséquence, cette volonté s'est traduite sur cette période par une opération spécifique globale intitulée « Programme Transversal » (PT) centrée autour de quatre actions interdisciplinaires majeures définies lors du projet de création de l'IP : Machines et Robots Intelligents et Innovants (MRII), Innovations dans les Bioprocédés (IBP), Méthodes Probabilistes (MP) et Matériaux et Modélisation Multi-Echelle (MMME). Depuis l'intégration de l'Axe TGI en 2017, l'objectif du laboratoire a été de poursuivre les actions du PT qui ont été couronnées de succès tout en laissant émerger de nouvelles actions inter-axes. Dans ce but, un Conseil Scientifique (CS) du laboratoire a été mis en place à partir de 2017 avec pour rôle de devenir le catalyseur des actions interdisciplinaires de l'IP.*

*Ce cinquième numéro de IP News ne présente pas la liste exhaustive de toutes les actions et de tous les projets interdisciplinaires réalisés au cours du dernier quinquennat, mais les illustre par des exemples pertinents d'actions effectivement nouvelles, et démontre la volonté forte du laboratoire de promouvoir une dynamique collective et de développer un sentiment d'appartenance commune au-delà des disciplines, axes ou thèmes.*

*Yuri Lapusta*

## Développements scientifiques et technologiques marquants à l'IP

### Projet Elaboration et propriétés de matériaux isolants et d'adhésifs biosourcés

L'isolation de bâtiments est un enjeu national essentiel en termes d'économies. Afin de mieux les isoler tout en réduisant l'impact environnemental des matériaux isolants, l'objectif est de développer des composites isolants biosourcés à base de sous-produits agricoles. Les contraintes sont toutefois nombreuses car en plus des propriétés thermiques requises, les matériaux obtenus doivent présenter de bonnes propriétés mécaniques et acoustiques, ainsi qu'une durabilité dans le temps.



*Mesure de conductivité thermique dans un composite biosourcé*

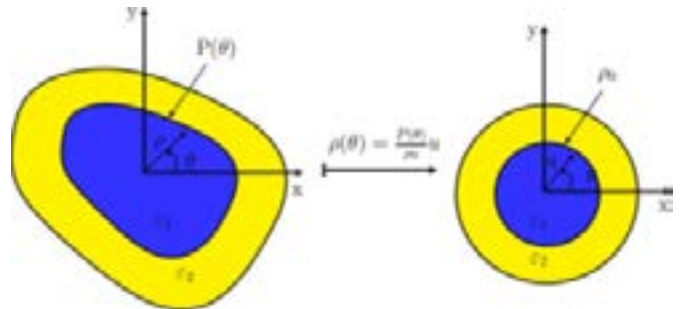
Ce projet dont le démarrage est légèrement antérieur à la création de l'Institut Pascal a débuté dans le cadre de l'ANR DEMETHER, (ANR 26/01/2011 – 25/07/2015), coordonnée par Jean-Denis MATHIAS de l'IRSTEA, qui a associé 7 équipes de recherche dont deux axes actuels de l'Institut Pascal.

Dans le composite biosourcé, le renfort choisi pour assurer les propriétés mécaniques et thermiques a été la tige de tournesol, mais plus récemment, d'autres coproduits agricoles régionaux ont aussi été testés comme les rafles de maïs. Sur l'ensemble des travaux, le liant (matrice) sélectionné a été le chitosane qui présente d'intéressantes propriétés mécaniques et antibactériennes. Ce projet a fourni 3 ACL entre 2015 et 2019 (Sun et al., Exp. Mech., 2015 ; Mathias et al., BioResources, 2015 ; Mati-Baouche et al., Molecules, 2019). Les travaux sur les bio-adhésifs à base de chitosane ont également été consacrés en 2017 par le prix de l'Eco-Conception de la Maison Innovergne/ADEME et ils ont en partie contribué au travers d'un ensemble de travaux plus vaste centrés sur la valorisation du chitosane au sein de GePEB au fait que Cédric Delattre soit lauréat de la promotion 2019 de l'IUF (junior).

\* \* \* \* \*

### Projet Calcul de propriétés radiatives pour la photo(bio)catalyse solaire

Le calcul des propriétés radiatives de particules demeure un problème actuel de la physique. Les applications intéressent fortement l'Axe GePEB pour les particules utilisées comme catalyseurs en suspension dans les procédés photo-réactifs solaires comme les photo(bio)réacteurs. Ces particules sont soit des microalgues pour la photosynthèse naturelle, soit des semi-conducteurs dopés pour la photosynthèse artificielle.



Principe de la méthode de changement de coordonnées (3D vers sphéroïde)

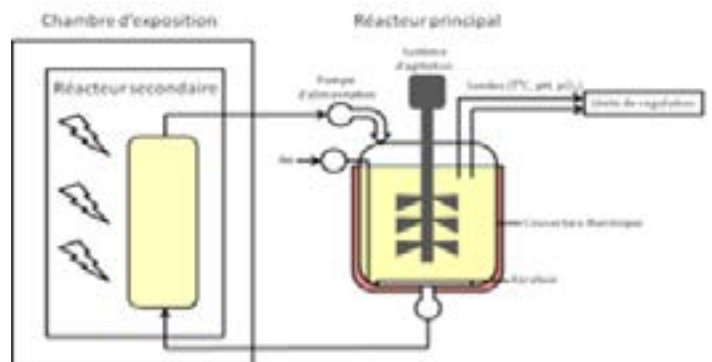
Aujourd'hui, aucune méthode ne permet d'accéder de façon prédictive aux propriétés radiatives pour toute la gamme de paramètres de taille et de diversité géométrique.

Ce projet a permis d'obtenir un financement de thèse (M. Abboud) via le Labex IMobS3. Les travaux en collaboration entre Photon et GePEB ont consisté à essayer d'étendre la méthode MMFE (Modal Method by Fourier Expansion) bien maîtrisée par l'Axe Photon pour des systèmes périodiques à 2D à son application en 3D (particules pseudo-homogènes). Pour ce faire, un modèle « simple » de géométrie a été choisi permettant d'avoir pour certains paramètres de taille des solutions de référence par le code T-Matrix, par FEM ou mesures expérimentales en analogie micro-onde. Associée à une méthode de pixellisation dans le plan transverse et de staircase approximation dans le plan longitudinal, cette approche originale a montré qu'il était possible d'obtenir des propriétés radiatives de sphéroïdes validées à taille et orientation fixes. Les résultats ont donné lieu à 3 ACL (Edee et al., J. Opt. Soc. Am. A, 2014a, 2014b ; Charon et al., J. Quant. Spectro. Rad. Trans., 2016).

\* \* \* \* \*

### Projet Interaction Ondes Electromagnétiques / Vivant dans le domaine hautes fréquences (OEM)

L'objectif est de mettre en évidence la présence ou l'absence d'un effet significatif d'une irradiation par des ondes électromagnétique sur des microorganismes non-photosynthétiques. A partir des compétences en modélisation et aux moyens expérimentaux (Chambre Réverbérante à Brassage de Modes) disponibles au sein de l'équipe Comptabilité ElectroMagnétique de l'Axe Photon, les enjeux résident dans la conception d'un réacteur pour l'Axe GePEB et la modélisation des effets couplés entre le champ magnétique et le comportement des microorganismes.



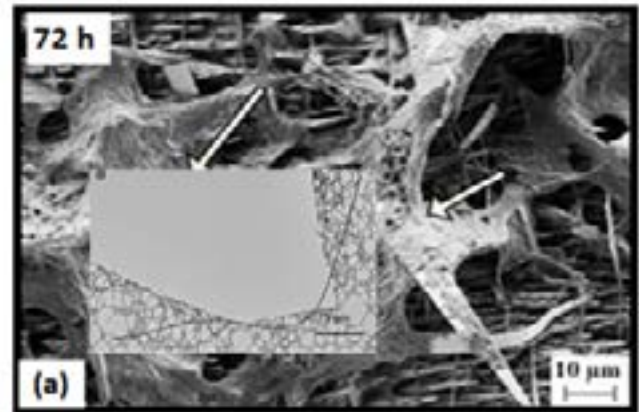
Principe du réacteur à deux compartiments pour l'étude de l'irradiation de *S. cerevisiae* lors de la production d'éthanol

L'objectif initial était de voir si l'exposition à des ondes électromagnétiques HF (hors du domaine thermique) pouvait impacter significativement les rendements de synthèse d'éthanol en modifiant les couplages énergétiques au niveau métabolique. Le dispositif expérimental mis au point consiste à avoir une zone du réacteur irradiée, l'autre partie étant un réacteur aérobie classique bien contrôlé (pH, pO<sub>2</sub> et T) avec un suivi en ligne des paramètres de la culture. Les résultats indiquent que ni les taux de croissance ni les rendements en éthanol ne sont significativement modifiés, bien que des déviations significatives soient observées pour les rendements en glycérol et en acétate (Bertrand et al., Biores. Technol, 2018).

\* \* \* \* \*

### Projet NANOBIOpile microbienne à base de SEMiconducteurs Nanofils (Nano-BioSEN)

Le projet Nano-BioSEN vise à développer un prototype de piles à combustible microbiennes (PACM) en utilisant comme anode un substrat composé de nanofils de GaAs qui met en jeu un micro-organisme actif en tant que biocatalyseur dans un compartiment anodique anaérobie pour la production de bioélectricité. Dans une pile microbienne, le rendement électrique dépend essentiellement de la surface des électrodes. En conséquence, les nanofils semiconducteurs sont des candidats à fort potentiel pour augmenter le rendement des biopiles et à ce jour aucune publication ne décrit l'utilisation des nanofils semiconducteurs III-V pour la valorisation énergétique.



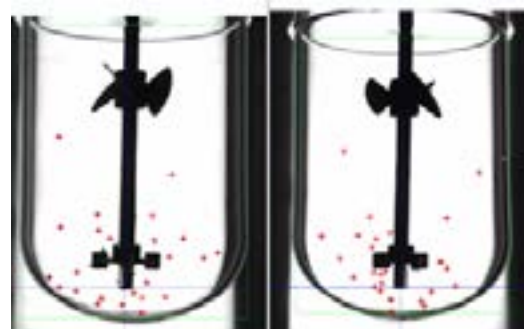
Formation du biofilm de la bactérie *Leuconostoc mesenteroïdes* sur un substrat de nanofils de GaAs épitaxié par HVPE (Insert : nanofil de GaAs séparé du substrat)

Dans ce projet, la croissance de nanofils de GaAs ultra-longs a été réalisée par procédé HVPE (Hydride Vapor Phase Epitaxy) au sein de l'Axe Photon ; les contacts électriques ont été élaborés par procédé d'évaporation thermique par le thème MINAMAT. Les mesures par spectroscopie d'impédance ont permis de modéliser l'interface d'échange d'électrons à la surface des substrats (Thèse de Z. Dong). De plus, la présence d'un échange d'électrons entre le biofilm de la bactérie (*Algoriphagus yeomjeoni*) et une anode composée du matériau GaAs a été validée par l'Axe GePEB. Ce projet a évolué via le stage de Master 2 de Y. Benserhir (02-06/2018 ; financé par l'Axe Photon). Il a été démontré que le dopage n des nanofils de GaAs augmentait considérablement le courant mesuré dans des solutions électrochimiques étalons (travaux présentés en conférence orale invité à l'EMN Meeting on Epitaxy 2017, Barcelone, Espagne 11-15/09/2017 ; en poster à la conférence nationale plénière du GDR PULSE 2017, PARIS 2-5 octobre 2017 et un article en cours de soumission dans *Electrochimica Acta*).

\* \* \* \* \*

### Projet Trajectographie OPTique pour les BIOréacteurs (TOP\_Bio)

L'hydrodynamique et la qualité du mélange jouent un rôle clé dans les fermenteurs, qu'ils soient aérobies ou anaérobies. La PIV (vélocimétrie par images de particules) reste la méthode la plus courante afin de déterminer le champ de vitesse moyen et turbulent. Toutefois, seule la PIV 2D dans un plan laser reste abordable à l'échelle d'un bioréacteur, alors que les modèles de mécanique des fluides numérique utilisés au sein de GePEB requièrent des données 3D.



Exemple de détection de traceurs en mouvement dans une cuve agitée

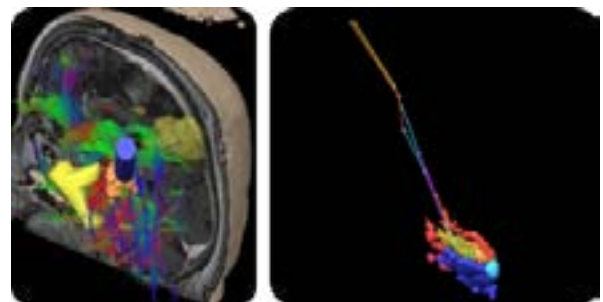
Dans ce projet, le choix s'est porté sur une technique de trajectographie optique où l'on suit la trajectoire d'une seule particule sphérique (traceur) sur des temps très longs pour reconstituer le champ de vitesse 3D dans le volume observé.

La trajectographie optique est cependant limitée par trois verrous : (i) la fabrication de la bille (traceur passif) qui doit avoir la même densité que le liquide ; (ii) la durée des acquisitions, la bille devant statistiquement visiter l'ensemble des positions possibles dans le réacteur ; (iii) le stockage des données et leur traitement qui implique l'analyse d'images provenant de 2 à 3 caméras avec des acquisitions à 60 Hz sur plusieurs heures. La stratégie choisie a visé à utiliser le savoir-faire d'ISPR de façon à : (1) ne plus stocker les images et à obtenir en temps réel les positions de la bille; (2) à pouvoir suivre plusieurs objets simultanément avec la méthodologie du (1). Ce projet a débuté en 2014 avec l'acquisition d'un système de caméras et d'éclairage dédié. La mise au point du protocole de fabrication des billes a été réalisée dans le cadre d'un doctorat déjà en cours (Z. Trad) pendant lequel un code basé sur la librairie OpenCV permettant le stockage en temps réel de la position de plusieurs objets sur 2 caméras classiques a été écrit par S. Caux (ISPR). Les travaux ont ensuite été repris dans le cadre du doctorat d'A. Danican en 2017. Grâce au stage de master d'A. Darrehmane, un code python a permis d'améliorer la calibration des caméras et d'intégrer un traitement des données qui permet reconstruire les trajectoires simultanées de plusieurs billes à partir de 3 caméras classiques en éliminant les artefacts.

\* \* \* \* \*

## Projet Robotique neurochirurgicale (Brain\_Pro)

Les systèmes robotiques médicaux se concentrent sur deux types de dispositifs : ceux de positionnement d'instruments à l'extérieur du corps du patient et ceux d'intervention sur des zones intracorporelles. Ces dispositifs prennent en compte les contraintes de biocompatibilité et de stérilité en milieu clinique. Les opérations sur le cerveau présentent deux particularités supplémentaires : la progression à l'intérieur d'une matière biologique fonctionnelle et la contrainte de conformation de forme le long du chemin d'accès vers la région à traiter.



*Régions internes du cerveau et chemin d'accès*

Il n'existe pas encore de solution satisfaisante permettant d'assurer la progression d'un dispositif en chemin non rectiligne. L'objectif du projet est de concevoir, fabriquer et commander depuis l'extérieur du patient un robot de progression dans le cerveau prenant en compte les derniers développements en imagerie médicale et matériaux intelligents. Le travail est facilité par les nouvelles connaissances cartographiques de la structure interne du cerveau ainsi que par les possibilités innovantes de fabrication additive 4D (3D + matériaux actifs). Le projet a débuté en 2018 avec le succès d'une réponse envoyée à l'AAP de la Fondation de l'Avenir.

\* \* \* \* \*

## Projet Préhension souple reconfigurable

De nombreuses recherches ont été consacrées aux robots souples (Soft Robotics). Les chercheurs ont essayé de développer de nouvelles capacités inspirées par la nature. Les capacités réduites de manipulation dextre (changement de position et d'orientation de l'objet depuis l'intérieur de la main) sont la faiblesse des préhenseurs souples en raison de leur difficulté à générer des mouvements complexes.



*Préhension souple et bio-inspiration*

L'objectif de ce projet est d'augmenter les capacités de manipulation dextre en intégrant au dispositif une reconfigurabilité architecturale.

La thèse débutée en septembre 2018 répond à plusieurs enjeux scientifiques :

- Définition et optimisation multi-physique de la reconfigurabilité capable de modifier un paramètre géométrique donné d'un doigt lors du passage entre le mode de préhension et le mode de manipulation.
- Élaboration d'une architecture de commande pour la génération de mouvements de manipulation dextre avec le préhenseur multi-digital (doigts identiques).

\* \* \* \* \*

## Projet Suivi tridimensionnel de TRAjectoires monodisperses par mesures Quantitatives (TRAQ)

Dans le champ scientifique et technique du Bâtiment et des habitacles ventilés, la connaissance de la trajectoire et de la vitesse lagrangienne de particules transportées par l'air recouvre un enjeu à la fois énergétique et environnemental. Sur le plan énergétique, cela permet de comprendre la nature et la dynamique des transferts aérauliques pour optimiser les systèmes de ventilation. Sur le plan environnemental, l'enjeu est la qualité de l'air. L'objectif de ce projet est la mise au point finalisée d'un outil de diagnostic utilisable hors laboratoire pour la mesure quantitative en temps réel de la trajectoire tridimensionnelle et de la vitesse de particules immergées dans les fluides.

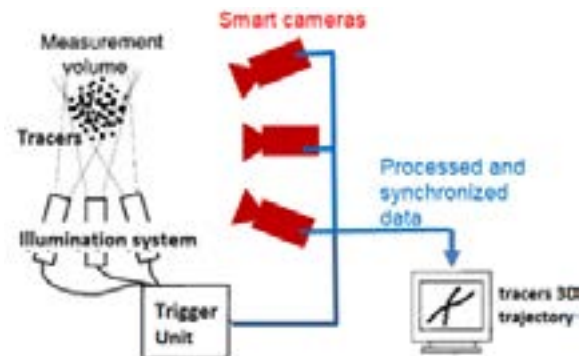


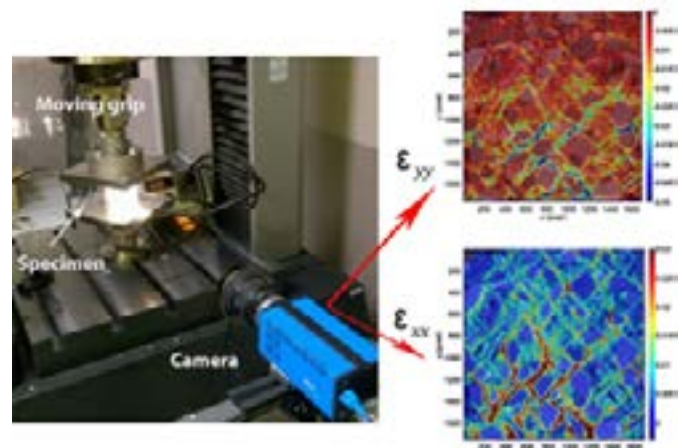
Schéma de principe du traitement de données de 3DPTV mettant en jeu des caméras intelligentes

Le projet, initié fin 2017 mais démarré en 2018, nécessite à la fois des travaux sur la conception d'un système de génération de bulles, sur l'optimisation de la formulation de la solution de tensio-actifs (GePEB), sur la conception de « smart cameras » capables de traiter les données (ISPR), ainsi que sur une algorithmique dédiée et la mise en place d'équipements expérimentaux dédiés aux essais (M3G). Le projet TRAQ a également été sélectionné lors de l'AAP régional AURA Pack Ambition Recherche en 2019 et il est classé premier en liste complémentaire après le deuxième tour de l'APPG ANR 2019.

\* \* \* \* \*

## Projet Mise en œuvre de caméras intelligentes pour la mécanique expérimentale

L'équipe « Mécanique Expérimentale » de l'Axe M3G s'intéresse au développement et à l'utilisation de systèmes de mesure de champs cinématiques par systèmes de vision. Ces systèmes restent basés sur des caméras du commerce où les prises de vues sont traitées a posteriori. L'objectif de l'action conjointe avec l'équipe DREAM de l'Axe ISPR est d'élaborer une caméra uniquement dédiée à la mesure de déformations. L'idée est de déporter au sein de la caméra le plus grand nombre possible de calculs propres au traitement des images afin d'en extraire directement les champs de déplacements et de déformations.



Mesures de champs appliquées à un enrobé incorporant des composés recyclés

Le gain espéré est de trois ordres :

- la réactivité de ce nouveau système et la rapidité d'exécution des opérations de traitement ;
- une analyse du comportement dynamique de systèmes déformables ;
- une distribution spatiale de l'information beaucoup mieux résolue temporellement grâce au gain de temps pour mener à bien les calculs correspondants.

Pour atteindre cet objectif ambitieux, un dialogue étroit entre concepteurs de caméras de l'Axe ISPR et « Photomécaniciens » de l'Axe M3G a été entrepris. Les premiers essais ont montré que ce projet collaboratif correspond à un défi important pour l'Axe ISPR vu les ordres de grandeurs des phénomènes à mesurer. L'exploration de solutions technologiques nouvelles pour les acteurs locaux sera donc sans doute requise afin de concevoir de nouveaux types de capteurs.

\* \* \* \* \*

## Projet Risques liés à l'élastographie dans le domaine obstétrical

L'échographie constitue un des piliers du diagnostic dans le domaine de la santé périnatale. Malgré les informations anatomiques apportées, elle ne donne pas d'information sur l'élasticité des tissus. La seule technique qui peut répondre à ce besoin est l'élastographie. Son principe est de générer une onde mécanique ultrasonore dans le tissu pour ensuite y mesurer la déformation créée. Le champ d'application de cette technique a prouvé son utilité dans plusieurs domaines, mais il n'inclut pas le domaine obstétrical. Un point clé est l'échauffement des tissus créé par l'onde ultrasonore lors de l'examen obstétrique. Des limites d'échauffement, se basant sur des mesures par un nombre réduit de thermocouples, existent.



*Exemples d'échographie*

L'objectif des Axes TGI (PEGRADE) et M3G (ME) démarré en 2017 est d'analyser le caractère hétérogène de l'échauffement par mesure de champs thermiques à l'aide d'une caméra thermique. Trois modes d'échographie ont été comparés vis-à-vis de leur signature calorifique. Les résultats obtenus ont montré clairement un échauffement lié au passage de l'onde ultrasonore ainsi que la diffusion de la chaleur dans le matériau. Les résultats ont été présentés lors de la conférence internationale « Ultrasound 2018 » (British Medical Ultrasound Society, Manchester, UK, 4th-5th December, 2018) et un article a été soumis à une revue internationale.

Comme cela apparaît au travers des 10 projets décrits, le programme transversal initié au moment de la création de l'IP a permis d'atteindre aujourd'hui une représentation assez exhaustive de tous les axes dans de nouveaux projets interdisciplinaires qui s'ajoutent aux interactions plus anciennes qui ont cristallisé dans les thèmes Usine du Futur et Transport du Futur du Challenge 2 de l'ISITE CAP 20-25. Il faut aussi souligner l'émergence de plusieurs projets sur l'hôpital du futur en lien avec différents thèmes de l'Axe TGI depuis 2017, ce qui répond très positivement à la volonté d'intégration de cet axe au sein de l'IP.

## Mobilité géographique, institutionnelle et intellectuelle dans l'axe TGI

Le 20 janvier 2020, **Piero Miloro** a participé à la journée scientifique TGI/DeciSiPH « EchoSafety Day » dédiée à l'étude ELASTORISK (évaluation des risques de l'élastographie en échographie obstétricale). Cette journée a été organisée dans le cadre de travaux de recherche en collaboration entre l'Institut Pascal (2 axes impliqués M3G et TGI) et le National Physical Laboratory (NPL).

Le National Physical Laboratory (NPL), établi à Teddington dans le district londonien de Richmond upon Thames depuis 1900, est le laboratoire national britannique pour les poids et mesures.

Le NPL effectue des recherches sur les mesures, la physique et la science des matériaux. Le NPL apporte son soutien à la mise au point d'instruments de mesure et fournit les étalons de mesure et des moyens de calibrage. Parmi de nombreux et illustres chercheurs, le NPL a accueilli Harry Huskey et Alan Turing, deux pionniers de l'informatique ; D. W. Dye, qui développa la technologie de l'horloge à quartz ; Louis Essen, qui perfectionna l'horloge atomique ou encore Oswald Kubaschewski, père de la thermodynamique numérique des milieux continus.

### **PIERO MIOLORO est responsable de la division des ultrasons thérapeutiques au NPL.**

Il a obtenu son doctorat en technologies innovantes à la Scuola Superiore Sant'Anna et a soutenu sa thèse sur la thrombolyse par ultrasons en 2014. En 2013, Piero Miloro a visité les laboratoires de l'Institut de Recherche sur le Cancer, travaillant sur la caractérisation acoustique des matériaux pour la thérapie par ultrasons à haute intensité. Il a rejoint le NPL en 2015 dans le groupe d'ultrasons médicaux et y travaille depuis.

Il est actuellement impliqué dans différents projets de recherche sur la sécurité des ultrasons, la stimulation acoustique in-vitro des cellules, la fabrication de matériaux imitant les tissus et la caractérisation acoustique des matériaux.



Il est le chef du service de mesure pour le service d'étalonnage des hydrophones au NPL, avec environ 300 certificats délivrés chaque année. Il est également responsable de la mesure des propriétés acoustiques des matériaux, et de la fabrication des objets d'essai thermique pour NPL.

Source : <https://www.npl.co.uk/people/piero-miloro>

## Production ou publication notable de l'Axe PHOTON

### **L'Axe PHOTON offre une belle publication à la communauté scientifique :**

Measurement of the quantum geometric tensor and of the anomalous Hall drift, Nature, 578 (77,95), 381-385 (2020)

Guillaume Malpuech\*, Antonio Gianfrate\*\*, Olivier Bleu\*, Lorenzo Dominici\* (3), Vincenzo Ardizzone\* (4), Milena de Giorgi\*\*, Dario Ballarini\*\*, Kenneth West\* (5), Loren Pfeiffer \* (5), Dmitry Solnyshkov\*, Daniele Sanvitto\*\*, Giovanni Lerario \* (3)

\*Institut Pascal, CNRS and University Clermont Auvergne

\*\*CNR NANOTEC - Institute of Nanotechnology, 73100 Lecce, Italy.

\* (3) National Research Council

\* (4) University of Salento

\* (5) Princeton University

La physique topologique repose sur la structure spécifique des états propres des Hamiltoniens. Leur géométrie est décrite par le tenseur géométrique quantique contenant à la fois la célèbre courbure de Berry, cruciale pour la compréhension de la matière topologique, et la métrique quantique.

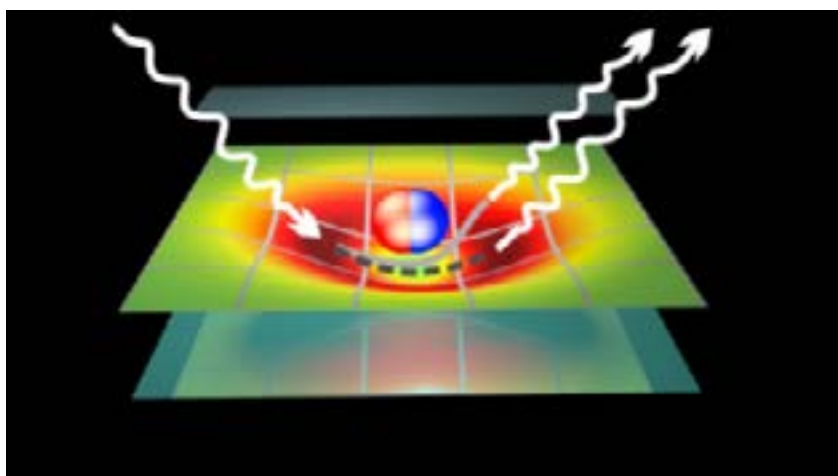
Cette dernière est au cœur d'un nombre croissant de phénomènes physiques tels que la superfluidité dans les bandes plates, la susceptibilité magnétique orbitale, le décalage de Lamb de l'exciton et les corrections non-adiabatiques à l'effet Hall anormal.

Nous présentons ici la première mesure directe de la courbure de Berry et de la métrique quantique dans un milieu continu bidimensionnel, ainsi qu'un effet qui découle directement de cette courbure : la déviation de Hall anormale (déviations latérales) d'un paquet d'ondes accéléré.

La plateforme étudiée est une microcavité planaire d'une très grande finesse, en régime de couplage fort. Elle héberge des modes mixtes exciton-photon (exciton-polaritons) qui subissent un couplage spin-orbite photonique faisant émerger des cônes de Dirac, et un éclatement Zeeman excitonique rompant la symétrie temporelle du système. Le pseudo-spin de chaque état des bandes d'énergie de la microcavité est mesuré par photoluminescence résolue en polarisation. Cette mesure laisse apparaître des textures de spin monopolaires ou en forme de demi-skyrmions démontrant la géométrie complexe (dite non-triviale) des bandes d'énergie. Ces textures sont intimement liées à la structure des états propres (et non pas seulement à leur énergie).

Les composantes du tenseur géométrique quantique sont extraites de ces mesures. Elles permettent de prédire, par une théorie semi-classique décrivant une particule ponctuelle, une dérive de Hall anormale pour un paquet d'onde accéléré. Cette dérive est mesurée indépendamment et la trajectoire obtenue est en accord avec la théorie semi-classique utilisant la géométrie mesurée des bandes comme paramètre. Nos résultats mettent en évidence la chiralité intrinsèque des modes photoniques, qui est à la base de la photonique topologique. Ils apportent une validation expérimentale du formalisme théorique semi-classique décrivant le mouvement des paquets d'ondes dans des bandes géométriquement non triviales.

L'utilisation de la plateforme polaritonique (photons en interaction) qui permet l'obtention d'effets laser ou de propriétés caractéristiques des fluides quantiques (superfluidité, tourbillons quantifiés...) ouvre de larges perspectives pour la physique topologique. Cette plateforme a déjà permis des découvertes remarquables, notamment la démonstration expérimentale de lasers topologiques. Elle offre des possibilités nouvelles comme l'utilisation conjointe de différents effets topologiques liés aux propriétés des tourbillons quantiques d'une part et des structures de bandes d'autre part.



*La lumière incidente est déviée par la courbure géométrique des états propres du système couplé exciton-photon. Cette déviation est assez similaire à celle causée par la déviation de faisceau par la courbure de l'espace-temps au voisinage d'objets massifs*



## Ma thèse à l'IP : Clément Gagnard de l'Axe GeBEP

### Identification et caractérisations physico-chimiques d'exopolysaccharides de microalgues et Cyanobactéries

Thèse de Clément Gagnard effectuée sous la direction de Ph. Michaud et C. Laroche intégrée dans le projet ANR POLYSALGUE et soutenue le 12/07/2019.

Les polysaccharides et exopolysaccharides (EPS) de microalgues et de cyanobactéries n'ont fait l'objet que de très peu d'investigations malgré leur potentiel comme actifs biologiques. L'objectif de cette thèse était de mettre au point une méthode de criblage afin d'identifier celles de phénotype [EPS+] et de produire des échantillons de polysaccharides en photoautotrophie. Le criblage effectué sur 166 souches de la Station Biologique de Roscoff a permis d'identifier 45 nouvelles souches [EPS+] réparties dans 7 phyla, 13 classes, 15 ordres, 18 familles et 25 genres (dont 20 n'avaient jamais été identifiés comme producteurs d'EPS). Les compositions en monosaccharides ont pu être déterminées par et certains d'entre eux ont fait l'objet d'investigations structurales et physico-chimiques plus poussées après production en photobioréacteurs. Ces polysaccharides sont de structures originales. Des analyses statistiques ont permis pour la première fois d'établir un lien entre caractéristiques structurales et appartenance phylogénique des microalgues.



## Projet scientifique : ISPR et les véhicules intelligents

### Démonstration d'ampleur à IEEE intelligent Vehicles 2019

L'Axe ISPR, sous la bannière du labEx IMobS3, a participé, en Juin 2019 à une démonstration d'ampleur lors de la conférence internationale de référence sur les véhicules autonomes (IEEE intelligent Vehicles) qui s'est déroulée à Paris. Pour l'occasion, deux véhicules des laboratoires IPCAR et la navette EZ10 ont été déployés pour illustrer les contributions scientifiques présentées lors de la conférence.



Ces dernières ont pour but de répondre aux questions suivantes :

- 1) Est-il possible d'améliorer la vitesse d'exploitation des navettes autonomes ?
- 2) Est-il possible d'évaluer le risque lors d'une manœuvre autonome ?

Pour cela, il faut améliorer les connaissances actuelles sur toute la chaîne de traitement : de la perception au control du véhicule. Ainsi, de nouveaux capteurs de perception tels que des balises ultra larges bandes ou un radar de localisation ont été présentés, en lien avec l'unité de recherche TSCF d'IRSTEA, partenaire historique de l'Institut Pascal.

La navette EZ10 embarquait une manœuvre d'évitement d'obstacles, d'agilité et de montée en vitesse à partir d'une perception basée sur 2 caméras. Enfin, en lien avec l'entreprise Sherpa Engineering, une manœuvre de dépassement a été réalisée avec deux IPCAR. Relayé par un reportage vidéo du CNRS national, cet événement contribue à ancrer un peu plus le laboratoire dans le paysage national et international de la robotique mobile.

## Mémoire universitaire : quand Strasbourg s'était replié à Clermont-Ferrand

**L'Université Clermont Auvergne et l'Université de Strasbourg ont commémoré les 80 ans du repli de l'Université de Strasbourg à Clermont-Ferrand en novembre 2019.**

C'est l'occasion de rendre hommage au mathématicien Laurent Schwartz qui plus qu'une figure emblématique de l'universitaire a été aussi un humaniste et un homme de combat. Pendant les années les plus noires de notre histoire, l'Université de Clermont Ferrand a accueilli le mathématicien Laurent Schwartz. A l'époque, Schwartz est un jeune doctorant. Il fait la rencontre du groupe de mathématiciens Nicolas Bourbaki où comme il l'écrit "l'ambiance mathématique est exceptionnelle... Ma vie mathématique a vraiment commencé là". Ces derniers le stimulent suffisamment pour qu'il finisse sa thèse en deux ans. Il obtient le doctorat ès sciences mathématiques le 9 janvier 1943 devant la faculté des sciences de Strasbourg (à Clermont-Ferrand). Schwartz devient ensuite boursier de l'aide à la recherche scientifique, fondée par Michelin de janvier 1943 à septembre 1944.



*Laurent Schwartz, passionné de papillons (sa collection en compte plus de 20 000)*

Au cours d'une "nuit merveilleuse" de l'année 1944, il a "une illumination". Schwartz invente une notion de fonction généralisée ; "les distributions" qui forment un point de rencontre entre les mathématiques et la physique. Depuis longtemps les mathématiciens cherchaient à légitimer les calculs faits par les physiciens comme Dirac ou Heaviside qui utilisent des fonctions très étranges : une fonction valant 0 partout, sauf en un point où elle vaut plus l'infini, et d'intégrale 1. Pendant 4 ans, Schwartz tricote la théorie des distributions (toute fonction est dérivable, y compris les fonctions discontinues). Pour cette théorie, qui est à la fois simple, élégante, et très puissante, Schwartz reçoit en 1950 la prestigieuse médaille Fields (il est alors le premier Français à recevoir cette récompense). Les distributions permettent d'unifier et de résoudre un certain nombre de problèmes en mathématiques, en physique et en électronique ; elles jouent un rôle crucial dans le développement des équations aux dérivées partielles, mais sont aussi employées en analyse de Fourier ou en théorie du potentiel.

Mais Schwartz est aussi un humaniste qui a toujours considéré que le scientifique doit être un homme engagé dans son époque : "j'ai passé une grande partie de mon temps à lutter pour les opprimés, pour les droits de l'homme et les droits des peuples". Militant de gauche engagé, il mène de nombreux combats comme celui de signer le "Manifeste des 121" pour recommander aux militaires l'insubordination (en représailles, il est privé d'un an de poste à l'Ecole Polytechnique).

Ce sens du combat politique allié à sa foi dans la "vie collective" des sciences née de son expérience Bourbaki, le pousse à s'engager dans la réforme de l'enseignement supérieur. En 1985, il devient le premier président du Comité National d'Evaluation des Universités et il rédige un grand rapport polémique en proposant "sélection, diplômes d'université et relèvement des droits d'inscription" pour rehausser le niveau de l'Université.

### L'Institut Pascal fête les 80 ans du CNRS.

Visionnez le [flash mob](#) confectionné par de modestes amateurs, inspiré par de jeunes danseurs que nous remercions vivement. Cela a été un réel bonheur de partager cette aventure avec eux.

Merci aux chercheurs et aux danseurs :  
Abou Alio, Anglélique, Christophe, Coralie, Elisa, Elodie, Evelyne, Jacques, Juan, Laure, Laurent, Lucia, Maha, Mariam, Mathis, Pascale, Pauline, Rohit, Téo, Tristan, Walther,

