



## PROGRAMME

### Solutions Numériques, Matérielles et Modélisation pour l'Environnement et le Vivant

# 9ème Journée Scientifique du LabEx NUMEV

## Mercredi 4 novembre 2020

En direct sur la chaîne YouTube du LabEx NUMEV

9h00-9h10

#### Mot d'ouverture de l'Université de Montpellier

*François Pierrot, vice-président délégué à la valorisation et aux partenariats industriels*

9h10-9h20

#### Introduction et objectifs de la journée

*Andrea Parmeggiani, Emmanuel Le Clézio, Nabil Zemiti, co-directeurs du LabEx NUMEV*

9h20-10h00

#### Présentation Invitée : Les sciences pendant le confinement

##### Fluid dynamics of speech : Mechanisms underlying pathogen transmission

*Manouk Abkarian, Centre de Biologie Structurale, CNRS - INSERM - UM*

Speech is a potent route for viral transmission in the COVID-19 pandemic. Informed mitigation strategies are difficult to develop since no aerosolization mechanism has been visualized yet in the oral cavity nor has the relationship of speech to the exhaled flow been documented. Here we show first with high-speed imaging how phonation of common stop-consonants form and extend salivary filaments in a few milliseconds as moist lips open or when the tongue separates from the teeth. Both saliva viscoelasticity and airflow associated with the plosion of stop-consonants are essential for stabilizing and subsequently forming centimeter-scale thin filaments, tens of microns in diameter, that break into speech droplets. These plosive consonants induce starting jets and vortex rings that drive meter-long transport of exhaled air, tying this drop-formation mechanism to transport associated with speech; the transport features, including phonetics, are demonstrated using order-of-magnitude estimates, numerical simulations, and laboratory experiments. We believe that this work will inform thinking about the role of ventilation, aerosol transport in disease transmission for humans and other animals, and yield a better understanding of "aerophonetics".

10h00-10h25 **Projet Intégré Océan et Littoral**

##### Présentation de l'activité du Projet Intégré Océan et Littoral

*Pascale Fabre, L2C et Serge Bernard, LIRMM*

##### Projet Mesocoral ROV : Prélèvement robotisé de fragments de corail mésophotique

*Vincent Creuze, LIRMM*

Le projet Mesocoral ROV a pour objet le prélèvement robotisé du corail mésophotique (i.e. dans la zone de faible lumière comprise entre 50 et 130 mètres). Les roboticiens du LIRMM ont collaboré avec les biologistes du CRIOBE - Centre de Recherche Insulaire et Observatoire de l'Environnement (CNRS-EPHE-UPV, Perpignan/Moorea) et avec les mécaniciens de l'équipe EDGE du département d'ingénierie mécanique de l'UC Berkeley (USA), pour définir des protocoles de prélèvement et concevoir deux systèmes robotiques capables de prélever des échantillons de corail mésophotique, tout en préservant la partie non prélevée du corail. Une campagne d'expérimentations en mer a eu lieu en mars 2020 à Moorea afin d'évaluer les performances des systèmes.



## 10h25-10h50 Axe Capteurs et Vecteurs

### Présentation de l'activité de l'Axe Capteurs et Vecteurs

*Sébastien Druon, LIRMM, Emmanuel Le Clézio, IES et Jérémie Torres, IES*

### Interactions à longue distance entre protéines

*Jérémie Torres, IES*

In living matter, a complex network of molecular cascade events involving hundreds of different molecules, which have to diffuse, meet and interact at the correct time and in the correct place is responsible for the transmission of information through cells. All these biochemical reactions are highly spatially organized and coordinated. The way in which the various actors of a given biochemical process, and in the overcrowded cellular space, efficiently find each other could rely on resonant (thus selective) electrodynamic forces acting at long distances. In this presentation, we will show that long-range electrodynamic intermolecular forces can be activated between proteins under suitable experimental conditions. We will describe the activation of out-of-equilibrium collective oscillations of a macromolecule, at the origin of these forces, as a classical phonon condensation phenomenon, thus, resulting in fingerprints in the TeraHertz (THz) frequency band.

## 10h50-11h00 Pause

## 11h00-11h25 Projet Intégré Mouvement

### Présentation de l'activité du Projet Intégré Mouvement

*Julien Lagarde, Euromov*

### The brain and our movements' quality : in need of referential data

*Liesjet van Dokkum, CHU*

Environ les deux tiers des survivants d'Accident Vasculaire Cérébrale (AVC) font face à des déficiences durables des membres supérieurs. La rééducation est essentielle pour favoriser la récupération motrice post-AVC. Néanmoins, l'efficacité des protocoles de rééducation ne fait pas l'objet de consensus. Les experts en rééducation post-AVC insistent sur la nécessité d'améliorer la compréhension comment les mouvements de ces patients sont effectués et d'explorer l'activité et la connectivité cérébrale en relation avec la qualité du contrôle moteur. Il faut identifier des profils des patients pour d'envisager une adaptation ciblée des protocoles de rééducation. La qualité du contrôle moteur est définie par rapport aux caractéristiques du mouvement de sujets sains, sauf aucune norme n'a été établie jusqu'à aujourd'hui concernant la qualité du contrôle moteur en lien avec le fonctionnement cérébral chez le sujet sain. Le projet présenté ici, s'insère dans la perspective 1/ d'établir des normes quantitatives de référence et 2/ proposer des analyses multimodales originales en IRM en intégrant des analyses de mouvement chez le sujet sain.

## 11h25-11h50 Axe Modèles Expérimentaux et Mesures

### Présentation de l'activité de l'Axe Modèles Expérimentaux et Mesures

*Benoît Charlot, IES et Christian Ligoure, L2C*

### Conception et écoulement microfluidique de tissus biomimétiques

*Laura Casanellas Vilageliu, L2C*

Le but de cette étude est de concevoir un tissu cohésif biomimétique avec des propriétés mécaniques réglables et d'élucider leur rôle individuel sur l'écoulement tissulaire. Nous nous concentrerons dans cette présentation sur le rôle de l'adhésion cellule-cellule, qui s'est avérée cruciale dans les écoulements des tissus épithéliaux. Le tissu artificiel est obtenu par l'assemblage contrôlé de vésicules unilamellaires géantes ou de globules rouges, qui constituent deux systèmes modèles complémentaires pour les cellules. L'adhésion intercellulaire est médiée par l'inclusion de différents types de complexes ligand-récepteur, ce qui nous permet de contrôler l'apparition (ou non) de l'assemblage cellulaire, la force de l'adhérence, ainsi que la taille typique des agrégats formés. Des expériences d'aspiration dans des constriction microfluidiques sont effectuées afin de caractériser l'écoulement des tissus biomimétiques conçus. Nos résultats montrent qu'en fonction du rapport de taille entre l'agrégat et la constriction, le tissu adopte différentes stratégies pour avancer dans la constriction : réorientation des agrégats, écoulements type bouchon, ou déformation cellulaire.

## 11h50-12h30 Présentation Invitée

### Activités de modélisation Covid19 et données de mobilité humaine dans le contexte de modèles épidémiologiques spatiaux

*Christian Selinger, MIVEGEC, IRD*

While the Covid-19 pandemic poses unprecedented challenges to Public Health, the availability of detailed data on hospitalization and human mobility also offers opportunities to improve existing modeling frameworks. First, we will highlight the importance of incorporating non-Markovian processes into discrete-time epidemiological models to better understand the impact of infection dynamics on mortality. Second, we will show how to leverage human mobility data for spatial optimal control of ordinary differential equation systems.

## 12h30-14h00 Pause

## 14h00-14h15 Le Pôle MIPS-MUSE

*Lionel Torres, Directeur du Pôle MIPS de MUSE*

## 14h15-14h40 Projet Intégré Assistance au geste chirurgical

### Présentation de l'activité du Projet Intégré Assistance au geste chirurgical

*Nabil Zemiti, LIRMM et Simon Le Floch', LMGC*

### Développement des ostéotomies robotisées sur lambeaux de fibula en reconstruction mandibulaire

*Marie De Boutray et Benjamin Charlier, LIRMM*

Medmax a pour ambition le développement d'une assistance, par robot et ordinateur, aux procédures de reconstruction de la mandibule par lambeaux de fibula. L'objectif est de pouvoir, à partir de fichiers scannographiques fibulaires et mandibulaires du patient, développer un système automatique de segmentation puis de planification virtuelle de la modélisation des ostéotomies fibulaires en fonction de la découpe mandibulaire. Le projet porte sur le développement d'un guidage robotique du positionnement des ostéotomies fibulaires et mandibulaires à partir de la planification virtuelle réalisée au préalable. Au-delà de la preuve de concept, l'objectif de ce projet est de montrer le potentiel de valorisation clinique et industrielle de cette technologie.

## 14h40-15h05 Axe Données Algorithmes et Calculs

### Présentation de l'activité de l'Axe Données Algorithmes et Calculs

*Nadine Hilgert, MISTEA et Pascal Poncelet, LIRMM*

### Apprentissage profond pour la reconstruction d'images biologiques 4D

*Emmanuel Faure, LIRMM*

La compréhension des mécanismes de la morphogenèse entre dans l'ère du big-data grâce aux récentes avancées en microscopie qui permettent de capturer le vivant avec une précision inégalée. L'analyse de ces données massives et complexes nécessite des outils robustes à la variabilité biologique et expérimentale. Ce projet vise à initier à Montpellier un pôle d'intelligence artificielle dédié à l'analyse automatique des images de microscopie par apprentissage profond (deep-learning) et produisant des outils génériques, adaptés aux plateformes d'imagerie biologique, compatibles avec les nombreux protocoles d'acquisition et les différents modèles biologiques. Comme preuve de concept, nous proposons dans ce projet d'effectuer un apprentissage en profondeur sur une base de donnée existante complètement annotée, unique en son genre comportant des images 4D segmentées d'une quinzaine d'embryons d'un invertébré marin, l'ascidie *P. mammillata*. Les buts spécifiques sont 1) d'un point de vue théorique, explorer la mémoire dans les réseaux récurrents pour effectuer du suivi cellulaire en 4D, 2) pratiquement, d'explorer comment l'apprentissage effectué sur cette base de données peut être extrapolé à d'autres modèles et protocoles d'acquisition.

## 15h05-15h15 Pause

## 15h15-15h55 Présentation invitée

### **Modeling the evolution and spread of antibiotic resistance**

*Anne-Florence Bitbol, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne*

The evolution and spread of antimicrobial resistance can be strongly affected by variations of antimicrobial concentration and by the spatial structure of the population. I will present a theoretical study of some of these aspects. First, I will consider the impact of periodic alternations of absence and presence of antimicrobial on resistance evolution in a microbial population, using a stochastic model that includes variations of both population composition and size. Next, I will investigate the evolutionary rescue of a microbial population in a gradually deteriorating environment, e.g. a gradual increase of antimicrobial concentration. Finally, I will show how antibody-mediated bacterial clustering can hinder the spread of antibiotic resistance in a population of hosts.

## 15h55-16h20 Projet Intégré Génomes

### **Présentation de l'activité du Projet Intégré Génomes**

*Fabio Pardi, LIRMM et Gilles Didier, IMAG*

### **17<sup>th</sup> annual RECOMB satellite conference on Comparative Genomics**

*Krister Swenson, LIRMM*

In 2019 we held the 17th annual RECOMB Comparative Genomics satellite workshop. Researchers from over a dozen countries submitted papers to our program committee for peer-review. Selected papers were published in special issues of BMC Genomics and BMC Bioinformatics, and invited to speak along with the five keynote speakers. I will briefly introduce the conference before presenting a few illustrative examples of the type of work done in our comparative genomics community.

## 16h20-16h45 Axe Modélisation

### **Présentation de l'activité de l'Axe Modélisation**

*Franck Jourdan, LMGC et John Palmeri, L2C*

### **Modélisation et exploration de données médicales massives structurées pour le diagnostic du cancer de la prostate**

*Noura Faraj, LIRMM*

Les diagnostics de cancer de la prostate sont actuellement faits à partir d'images histologiques 2D. Afin de déterminer le stade d'avancée de la maladie, les praticiens estiment, puis comparent la forme en 2D des contours des glandes internes de la prostate. Mais la variabilité induite par l'acquisition des plans de coupes rend l'estimation des formes délicates et peut entraîner une réponse médicale inadaptée. Le but de nos travaux est de modéliser, en 3D, la morphologie des glandes saines et pathologiques afin d'enrichir la méthode de diagnostic existante. Des méthodes d'analyse topologique et de modélisation géométrique 3D seront développées à partir des images très haute-définition (ne rentrant pas en mémoire) issues de la microscopie à éclairage sélectif. L'objectif est de créer un logiciel complet d'exploration et d'aide au diagnostic grâce à une visualisation et création de modèles interactifs adaptés aux besoins et aux connaissances des médecins. Ce projet est mené par une équipe de recherche internationale, soutenue par le LabEx NUMEV, composée de l'université de Tulane (Nouvelle-Orléans, US), les laboratoires LIRMM et IMAG de l'Université de Montpellier.

## 16h45-17h15 Les Projets Etendards

### **16h45-17h00 Les Projets Etendards GEM, ALEYIN, RheoBlood**

*Benoît Charlot, IES*

### **17h00-17h15 Présentation de la nouvelle KIM Sciences du Sang**

*Franck Nicoud, IMAG*

## 17h15-17h30 Clôture de la Journée

*Andrea Parmeggiani, Emmanuel Le Clézio, Nabil Zemiti, co-directeurs du LabEx NUMEV*