



# La Lettre BMBI



utc Recherche  
BMBI



*Bulletin de liaison entre tous les  
acteurs, actuels et passés, de  
l'UMR 7338 BMBI,  
BioMécanique et BioIngénierie*

## AU SOMMAIRE

### EDITORIAL

#### 1. FAITS MARQUANTS

#### 2. ACTUALITÉS BMBI

#### 3. RETROUVAILLES ET ENTRETIEN

#### 4. PRIX OU DISTINCTIONS

#### 5. SOUTENANCES DE THÈSE

#### 6. TURNOVER DANS L'UMR

#### 7. DES NOUVELLES DE NOS ANCIENS

#### 8. PHARE SUR...

#### 9. PUBLICATIONS

## Editorial

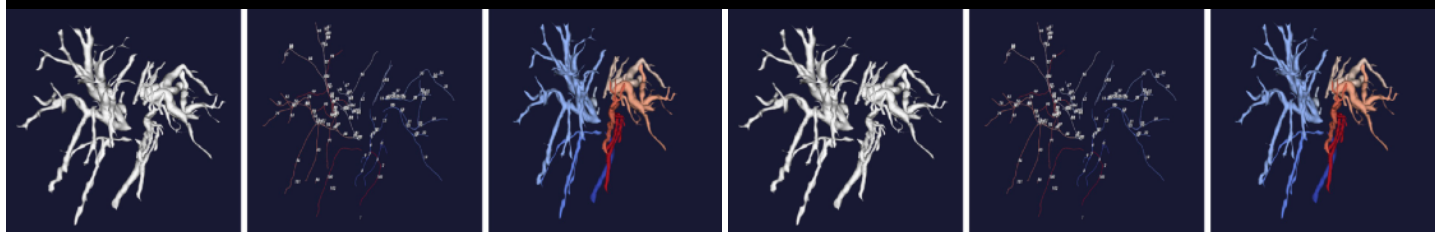
Décidément, 2023 aura été une belle année d'anniversaires à BMBI ! Non contents de célébrer nos 40 ans, nous avons eu aussi l'occasion de participer à différents événements organisés par l'UTC pour fêter ses 50 ans d'existence. Le dernier en date : la fête de clôture à laquelle les pionniers avaient été conviés. Avec Dominique Barthès-Biesel aux manettes, nous avons ainsi pu revivre la création de cet ovni université/école d'ingénieurs qu'est l'UTC, et avons eu la surprise et la joie de retrouver Marie-Françoise Sigot, Rita Warocquier-Clérout, Jean-Luc Duval, Marc Bonis, et tant d'autres anciens collègues. Toutes les composantes du futur BMBI étaient déjà présentes. Nos travaux actuels et futurs montrent bien comment nous avons pu défendre et faire évoluer ces thématiques, pour garder leur originalité dans le paysage scientifique.

En parallèle, ce dernier semestre a encore pu démontrer notre « appétit » pour les échanges internationaux et la diffusion grand public de nos recherches. Vous en trouverez de nombreux exemples dans les pages qui suivent. Encore merci notamment à Pascale d'avoir su nous emmener, toujours plus nombreux, au contact du grand public.

Enfin, ce semestre a également lancé la réflexion sur le projet d'organisation future du laboratoire, sur les plans scientifique et fonctionnel. Ce fut l'occasion pour le conseil de laboratoire de proposer à nos tutelles la candidature de Anne-Virginie Salsac pour exercer la direction de BMBI à l'issue de mon mandat, ... dans 2 ans. Eh oui, en recherche, nous devons toujours anticiper !

Avec beaucoup moins d'avance, Chantal et moi nous associons pour vous souhaiter de belles fêtes de fin d'année, dans le partage qui anime l'esprit de cette Lettre !

*Cécile Legallais, directrice BMBI*



## 1. Faits marquants

### ♦ Retour sur la journée des 40 ans - 7 juillet 2023.

Pour débiter cette Lettre, un très bref retour sur la Journée du 7 juillet, histoire de partager avec vous la vidéo réalisée par le service communication de l'UTC. Rien que de bons souvenirs !

Le lien pour visionner cette vidéo : [https://youtu.be/hgRBfVu-x\\_s](https://youtu.be/hgRBfVu-x_s)



### ♦ Fête de la Science - 12 au 15 octobre.

Pascale Vigneron nous fait un retour sur la Fête de la Science :

La fête de la science sur le thème national SPORT ET SCIENCE a ouvert ses portes le jeudi après-midi.

Le public était encore au rendez-vous cette année avec 4850 visiteurs sur les 4 jours de l'évènement : jeudi et vendredi 3650 scolaires puis samedi et dimanche 1200 visiteurs !

BMBI a participé activement à cette nouvelle édition de la fête de la science en proposant des ateliers variés et pour la plupart nouveaux. :

- **Pourquoi pas moi ?** (pilote par Nathalia Oderich-Muniz et l'association sciences égales de l'UTC), les femmes en sciences...
- **Le biomimétisme c'est quoi ?** (pilote par Karim El Kirat),
- **Bougez-vous toujours assez chez vous ?** (pilote par Dan Istrate),
- **Pompage du sang et de la lymphe dans le corps humain** (pilote par Badr Kaoui),
- **De Capitaine Crochet à Iron Man** (pilote par Pascale Vigneron),
- **Tisser des tendons comme Spiderman !** (pilote par Ulysse Pereira),
- **Les oiseaux, des sportifs méconnus** (pilote par Timothée Baudequin et la LPO).

Sans oublier la tentative de record du monde en ultra-distance par Katharine Nowakovski qui prévoyait de tenir 24 heures sur une machine à ramer et qui a dû abandonner suite à une défaillance du matériel. Mais ce n'est que partie remise car Katharine se prépare déjà pour de nouveaux records !

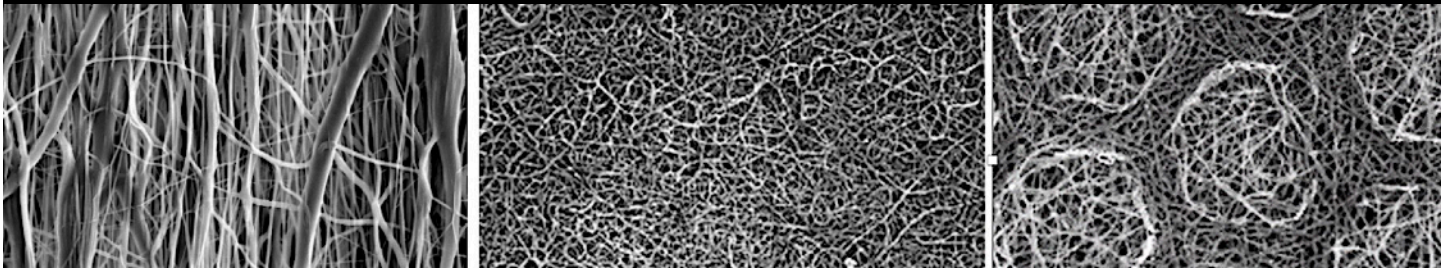
Par ailleurs, Nicolas Rivoallan fait partie des 10 doctorants sélectionnés sur toute la France par le MESR pour expliquer leurs travaux de thèse de manière ludique en BD.

Le lien pour télécharger le livret Sport et Science de Sciences en Bulles : <https://www.fetedelascience.fr/sciences-en-bulles-sport-science>.

« Sciences en Bulles » est une Bande-Dessinée créée à l'initiative du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche ayant pour but de retranscrire les travaux de thèse d'une dizaine de doctorants de toute la France. Celle-ci est publiée chaque année à l'occasion de la Fête de la Science depuis 5 ans. Pour la première fois à l'UTC, après « Ma Thèse en 180 secondes », c'est Nicolas Rivoallan qui a vu son sujet de thèse expliqué dans cette BD ! En effet, le thème de cette année « Sciences et Sport » ainsi que son expérience en médiation scientifique lui ont permis de faire partie des Lauréats. Le projet a commencé en Novembre 2022 et a duré 1 an, jusqu'à aboutir à la publication lors de cette Fête de la Science 2023. Ainsi, durant ce mois d'Octobre, Nicolas a été très présent en tant qu'ambassadeur du livre pour la région Hauts-de-France via ses interviews à la radio et à la télévision, les rencontres organisées dans les librairies et médiathèques en plus du Village des Science de l'UTC. Avec ses encadrants, ils ont aussi présenté son sujet de thèse dans « The Conversation », un article très didactique à lire via ce lien : <https://theconversation.com/reconstruire-les-jonctions-os-tendon-muscle-en-laboratoire-un-defi-sportif-213936>







Voici la BD de Nicolas :

## Tisser des tendons comme Spiderman

3

Être sportif, ce n'est pas facile tous les jours : le corps est soumis à rude épreuve, et les ruptures de tendons sont fréquentes chez les athlètes. Malheureusement, recoudre un tendon déchiré ne constitue pas une solution viable, car c'est une partie du corps qui cicatrise très mal : un tendon recousu recèderait plus tard à la moindre sollicitation. En revanche, les deux voisins du tendon – l'os et le muscle – cicatrisent bien mieux.

Alors, pourquoi ne pas tisser un tendon neuf avec un peu d'os d'un côté et un peu de muscle de l'autre ? Il suffirait ensuite de le greffer à l'os et au muscle du patient ! C'est l'idée que j'explore dans ma thèse. Objectif : retrouver un tendon bien tendu.

NICOLAS RIVOALLAN

POUR ALLER PLUS LOIN

19

Une mauvaise réception de la cheville lors d'un saut, et c'est l'accident : le tendon d'Achille qui relie le mollet au talon se déchire, et les mouvements du pied deviennent douloureux ou impossibles.

Pour restaurer la mobilité chez le blessé, je développe un concept original : fabriquer un ensemble os-tendon-muscle implantable.

J'utilise des cellules souches, des jeunes cellules qui ont encore le pouvoir d'évoluer en différents types de cellules du corps humain.

Je les dépose sur un tissu fait de nano-fils. Elles s'accrochent à ces fils, se multiplient et y grandissent.

**BUREAU** Pour fabriquer ce tissu, je tisse des fils – un peu comme Spiderman – grâce à une technique que l'on appelle l'*electrospinning* ou « électrofilage ».

Par ici.

**ELECTROSPINNING**

Concrètement, je place une pièce métallique en face d'une seringue remplie de polymère dissous dans des solvants.

J'applique 20 000 volts sur l'aiguille de la seringue, tandis que la pièce métallique est reliée à la terre ou à une borne négative.

La différence de tension crée un champ électrique qui propulse le contenu de la seringue jusqu'à la pièce métallique à travers l'air.

**CHAMP ÉLECTRIQUE**

Pendant ce trajet, les solvants s'évaporent, ne laissant que le polymère sous forme de nano-fils qui s'accumulent alors sur la pièce métallique.

Si je choisis judicieusement la pièce métallique,

- cylindre rotatif
- plaque plate
- Plaque à motifs

les fils s'assemblent pour créer différentes structures.

L'intérêt est de guider l'évolution des cellules souches.

- Sur un tissu avec un motif en nid d'abeille, les cellules deviennent de l'os.
- Sur un tissu composé de nano-fils disposés en vrac, les cellules deviennent du tendon.
- Et si les fils sont tous alignés, j'obtiens des fibres musculaires bien droites!

**ELECTROSPINNING** Hop!

Direction la salle de culture des cellules!

Suivez-moi.

**CULTURES** Haha... Au moins, ça fait faire un peu de sport.

Oui, bon, c'est pas tout près.

Pour réussir à fabriquer un ensemble os-tendon-muscle, je développe donc un tissu composé de ces différents motifs.

Puis je place ce tissu dans des plaques de culture et j'y dépose les cellules afin qu'elles se multiplient.

Après plusieurs jours, j'analyse le résultat.

But du jeu : trouver les bonnes conditions pour faire grandir les trois types de cellules, sur le même tissu!

S'il manque de l'os, je rajoute du calcium.

Une fois les conditions pour faire pousser tout ça maîtrisées, il sera possible d'aider les patients à retrouver leur mobilité.

Je peux aussi étirer le tissu pour stimuler les cellules de tendon.

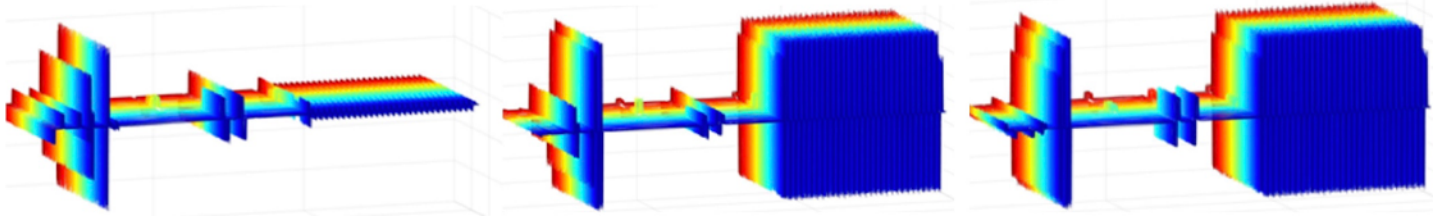
Du encore lui appliquer des décharges électriques pour muscler les fibres musculaires.

En attendant, mon travail est déjà utile pour explorer les secrets des jonctions entre l'os, le tendon et le muscle!

**RECETTE**

Si l'un se développe plus difficilement, je recommence l'expérience en changeant le protocole.





### ♦ Journée BMBI du 17 novembre

Beaucoup de participants à cette Journée BMBI, il faut dire que le sujet était d'importance : *Journée de brainstorming sur le « projet BMBI » : Réfléchir à différentes thématiques et organisations scientifiques.* En effet, le dossier de bilan et de projet pour BMBI sera déposé en mai 2024, pour une évaluation par l'HCERES avant le 15 novembre 2024 et un nouveau projet, (avec une nouvelle direction !), qui débutera le 1er janvier 2026... Il était donc temps de lancer les réflexions !



En amont de cette journée, les membres de BMBI avaient répondu à un questionnaire visant à relever de potentielles orientations et mots clés souhaités pour le futur de BMBI. Jérémy Laforêt s'est chargé de passer « à la moulinette » les réponses au questionnaire. Cécile a fait une restitution de ces réponses et à l'issue des discussions suscitées en amphi, quatre thématiques ont été arrêtées et quatre ateliers se sont constitués, rassemblant dans chaque des membres des équipes actuelles. Chaque groupe devait réfléchir, en imaginant avoir des budgets conséquents, « no limit ! », sur les points suivants : objectifs scientifiques, positionnement par rapport à l'existant, caractère innovant et prise de risque, caractère structurant pour BMBI, légitimité de BMBI sur le projet, quels moyens ou plateformes sont à mobiliser ?

Les quatre thématiques retenues furent :

- Conception et fabrication de matériaux et dispositifs médicaux
- Jumeau numérique
- Modèles in vitro fonctionnels biomécaniquement fidèles
- Pathologies fibrosantes

Les travaux en ateliers ont occupé la matinée, après quoi c'est à pied et sous un beau soleil d'automne que nous avons traversé le parc Beysier et gagné l'Hostellerie du Royal Lieu pour un déjeuner fort agréable (pour vous faire saliver : Quenelle de Perche sauce Nantua, Dos de Saumon au beurre blanc citronné - écrasé de pommes de terre, moelleux au chocolat, crème anglaise à la fève de Tonka)...

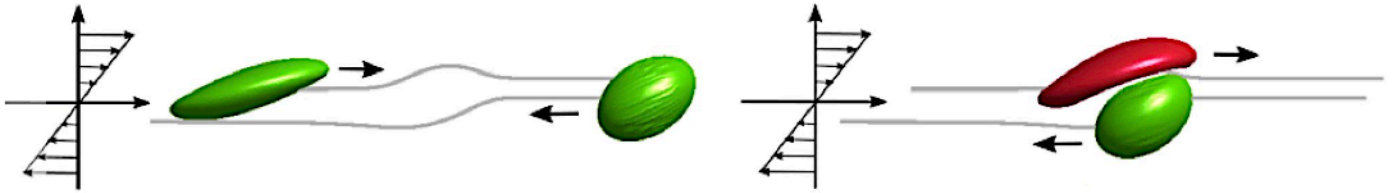
Après ce délicieux repas, la restitution des ateliers du matin a prouvé que les membres de BMBI ont toujours pléthore d'idées pour coopérer sur des projets transversaux et novateurs. Nous n'en dirons pas davantage sur les projets qui ont été proposés dans le seul but d'amorcer les discussions. Certains seront peut-être retenus dans le futur projet BMBI...

La suite de la journée visait à réfléchir sur les différents modes d'organisation pour BMBI : équipes disciplinaires, rassemblement de « PI » à la mode anglo-saxonne, groupes thématiques « projet »... À nouveau une organisation en ateliers pour réfléchir à l'analyse SWOT de chacun de ces trois modes d'organisation.

La restitution en amphi a permis de bien faire ressortir les avantages et inconvénients des trois modes de fonctionnement, tels que perçus par les membres permanents et étudiants de BMBI. Sans trahir de grands secrets, il est vraisemblable que l'organisation par équipes perdurera, tout en cherchant à faciliter l'agilité dans des projets interdisciplinaires. Une chose est sûre : les membres du laboratoire apprécient de travailler en groupe !







### ♦ Congrès et Journées scientifiques (impliquant BMBI dans leur organisation)

#### ♦ passés

##### ♦ 10 - 13 juillet 2023 - DynaCaps2023.

La seconde édition du symposium DynaCaps, consacré à la dynamique des capsules, des vésicules et des cellules en écoulement, s'est déroulée du 10 au 13 juillet 2023 à l'UTC.

Ce symposium, dédié à Dominique Barthès-Biesel, pionnière de la recherche sur la dynamique des capsules, a réuni plus de 70 experts du monde entier au centre d'innovation.

Porté par Anne-Virginie Salsac, Claire Dupont et Christian Wagner, de l'Université de Saarland en Allemagne, ce symposium a reçu le soutien de l'IUTAM (International Union of Theoretical and Applied Mechanics), de l'Université franco-allemande, de l'ERC (European Research Council). Son succès n'aurait pas pu être possible sans l'aide de Catherine, d'Alexandra et des petites mains de l'équipe IFSB, que nous remercions.

Pendant ces 4 jours, théoriciens, expérimentalistes, numériciens se sont retrouvés pour échanger sur la dynamique de ces toutes petites particules déformables, leur caractérisation, la modélisation de leur comportement dans des écoulements de plus en plus complexes tout en limitant le temps de calcul. Les présentations ont suscité des échanges fructueux et permis d'établir des pistes de recherche pour les prochaines années.

Les participants sont repartis ravis et se sont donnés rendez-vous au prochain symposium en 2027 !



##### ♦ 27 - 29 novembre - I-GAIA-GDR Week

BMBI, représentée par Florian de Vuyst, était associée à l'organisation des premières journées du nouveau GDR I-GAIA (Ingénierie auGmentée par la donnée, l'Apprentissage et l'IA) qui se sont tenues à l'ENSAM du 27 au 29 novembre, avec certains participants en connexion par zoom.

Le lundi était consacré à une formation IA par les personnels CNRS/IDRIS de la formation Fidle. Les supports des présentations sont accessibles via <http://www.idris.fr/formations/gdr-i-gaia.html>.

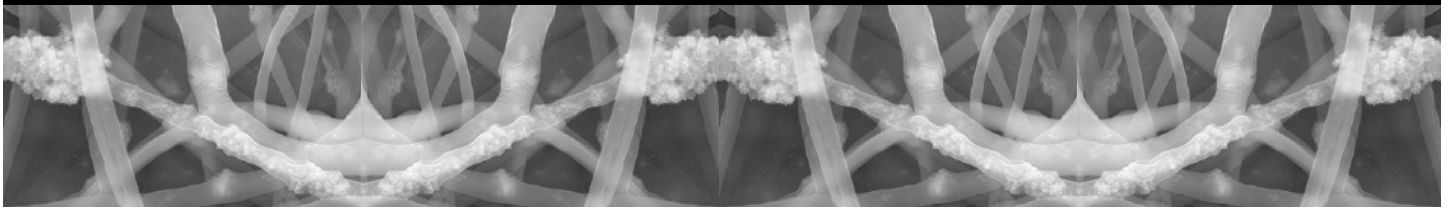
Le mardi plusieurs cours doctoraux ont permis d'aborder diverses thématiques associées à l'IA : photonique, électronique, mécanique des fluides, mécanique des solides.

Le mercredi, Journée recherche avec en matinée, après une ouverture de session par Anne-Christine Hladky (DAS CNRS Ingénierie), trois conférences plénières :

- Comment évaluer l'impact environnemental des recherches en ingénierie ? par Karam Sab (ENPC).
- Mechanics-informed data-driven constitutive modeling par Charbel Farhat (Stanford) et
- Cadre général du GdR IGAIA par Paco Chinesta (ENSAM).

Pour suivre, une session poster pendant la pause du midi et l'après-midi travaux en ateliers et définition des





### ♦ 29 novembre - 1er décembre 2023 - 2<sup>ème</sup> Rencontres du GDR Mécabio-Santé.

La 2<sup>ème</sup> rencontre annuelle du GDR MECABIO SANTE s'est tenue sur 3 jours à L'INSA de Lyon, grâce à l'équipe locale d'organisation, composée d'Aline Bel-Brunon, Stéphane Avril, Philippe Connes, Damien Garcia, Rémy Gauthier, Adina Nicoleta Lazar.

Le GDR ayant une forte ambition translationnelle vers des applications pratiques en Santé, nous avons fait le choix de mettre à l'honneur les interactions entre biomécaniciens et cliniciens.

Une dizaine de duos ont ainsi fait la part belle à diverses applications de la biomécanique des fluides/solides et des biomatériaux en clinique et promu la valorisation des travaux par transfert clinique/technologique.

Les journées du GDR ont réuni environ 100 personnes, ce qui montre l'engouement de la communauté.

Rendez-vous est pris l'an prochain pour une rencontre à Metz.



### ♦ à venir

#### ♦ 26 janvier 2024 - 6<sup>ème</sup> Rendez-vous Biomédical

La 6<sup>ème</sup> édition [du RDV Biomédical de l'UTC](#) revient cette année en présentiel le **vendredi 26 janvier 2024** au centre d'innovation avec comme thématique « **IA et oncologie** ». Une session poster est prévue aux pauses du matin et du déjeuner pour permettre aux doctorants d'expliquer au grand public leur projet de recherche, qu'il soit ou non en lien avec la thématique de ce 6<sup>ème</sup> Rendez-vous Biomédical.



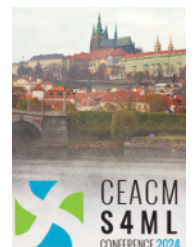
#### ♦ 22 février 2024 - Atelier « Organ & Organoid on Chips »

Le 22 Février 2024 BMBI accueille l'Atelier « **Organ & Organoid on Chips, revisiter les études pré cliniques** » du Clubster NSL (Nutrition Santé Longévité) (<https://www.clubster-nsl.com/agenda/organ-organoid-on-chips-revisiter-les-etudes-pre-cliniques/>).



#### ♦ 19 - 21 juin 2024 - CEACM

Badr Kaoui, avec deux collègues, organise un minisymposium « **Modeling and Artificial Intelligence Decision Support for Bioengineering and Bio-fluids** » dans le cadre de la première « CEACM International Conference on Synergy between Multiphysics/Multiscale Modeling and Machine Learning » qui se tiendra à Prague du 19 au 21 Juin 2024, <https://ceacm.net/s4ml-2024/>



#### ♦ 29 - 31 octobre 2024 - Congrès de la Société de Biomécanique

Le 49<sup>ème</sup> Congrès de la Société de Biomécanique se tiendra à l'UTC, sur le campus du centre de recherche, organisé par BMBI !

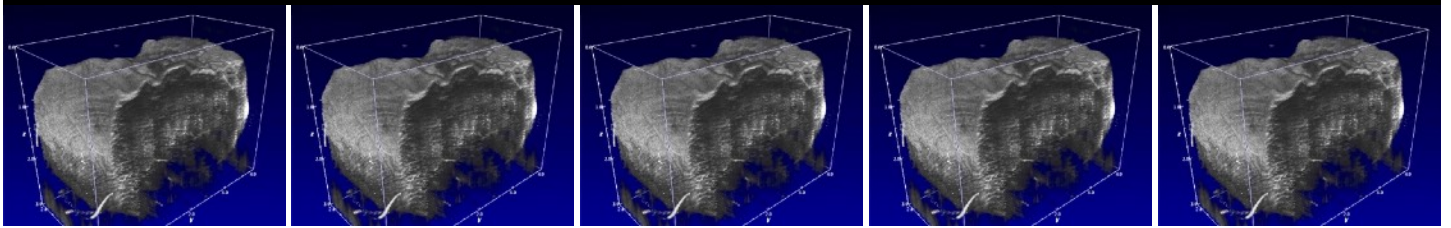
Le programme est en cours de construction, mais nous pouvons déjà annoncer les trois conférenciers invités :

- John Mc Phee (Université de Waterloo - Canada)
- Danièle Noël (Institute for Regenerative Medicine and Biotherapy IRMB - Montpellier)
- Julien Husson (LadhyX, Ecole Polytechnique)

Le Comité d'Organisation du Congrès SB-2024 sera dévoilé prochainement.







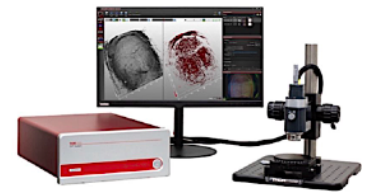
## 2. Actualités BMBI

### ♦ Nouveaux projets ou équipements

#### ✓ Acquisition d'un appareil OCT (Optical Coherence Tomography) pour la caractérisation du muscle squelettique :

Grâce à un financement du CPER TECSANTE, le laboratoire BMBI a pu acquérir et installer un dispositif de pointe exploitant cette technique optique souvent utilisée en imagerie médicale.

Pour nos travaux, la Tomographie par Cohérence Optique (OCT) fournira un volume élémentaire représentatif du muscle. Il s'agit d'une imagerie haute résolution pour évaluer la structure musculaire in vivo, en temps réel et avec une résolution spatiale proche du micron. Cet appareil est placé sous la responsabilité scientifique de Olfa Trabelsi, sur la métaplatforme CARMOD.



@Thorlabs, Inc : Optical coherence Tomography

#### ✓ Projet ErgoTrac



santé  
famille  
retraite  
services



Le projet ErgoTrac vise à prévenir les risques d'accident et les troubles musculosquelettiques dans le secteur de l'agriculture. Soutenu par le Ministère de l'Agriculture et



For Earth, For Life  
Kubota

de la Souveraineté Alimentaire, le projet ErgoTrac est réalisé en collaboration avec trois industriels de la machinerie agricole (AGCO, CLAAS et

Kubota), la Mutuelle Santé Agricole, l'UTAC (union technique de l'automobile, du motocycle et du cycle) et le Syndicat français des acteurs industriels de la filière des agroéquipements et de l'agroenvironnement. Deux études ont été déjà réalisées en 2023 pour analyser l'éventuel lien entre l'architecture des engins et le risque d'accidents. La deuxième étape consistera à identifier les solutions adaptées à mettre en place pour limiter ces risques. Ce projet est porté par le Centre d'Expertise de Biomécanique du Mouvement, sous la direction de Khalil Ben Mansour.



#### ♦ Projet BIOMEDinnov UTC-Waterloo University



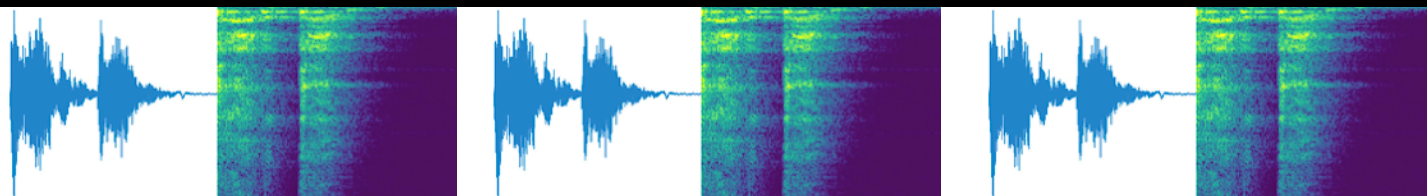
Une délégation de 4 enseignants-chercheurs de BMBI (Jérémy Laforet, Imad Rida, Dan Istrate et Sofiane Boudaoud) a participé à une visite de suivi de la collaboration avec l'Université de Waterloo du 21 au 26 Novembre 2023.



À cette occasion, un symposium (présentiel/distanciel) sur deux demi-journées a été organisé par les collègues canadiens sur les thématiques de la biomécanique, du biomédical et de l'intelligence artificielle en santé. Notons un nombre important de présentations (8 de l'UTC et 13 de Waterloo), plusieurs concernant des chercheurs récemment intégrés à la collaboration.

Cette visite a également permis de discuter de plusieurs moyens pour renforcer la collaboration en 2024 et en 2025, notamment la reprise des échanges d'étudiants, la participation au congrès de la Société de Biomécanique en 2024 et l'organisation d'une école d'hiver à l'UTC en 2025. Sans oublier quelques moments conviviaux très sympathiques et une visite inoubliable sur le site des chutes du Niagara !

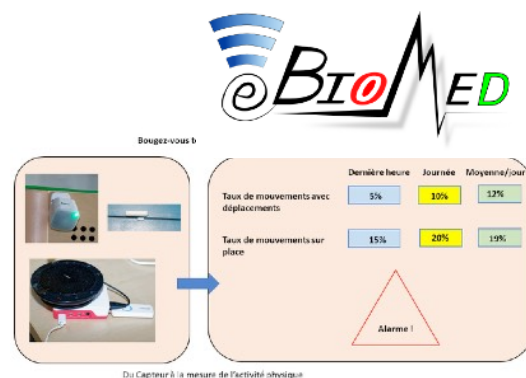




### ◆ Plateforme e-BioMed

Un beau dynamisme côté Plateforme e-BioMed avec :

- une participation à la Fête de la Science de l'UTC avec le stand « Bougez-vous toujours assez chez vous ? » dans lequel nous avons démontré une méthode permettant de quantifier les déplacements dans la maison des personnes âgées en vue d'identifier des risques d'installation d'une fragilité. Nous avons équipés une salle avec des capteurs de mouvement et sonores et en direct nous avons présenté les résultats.
- en décembre 2023, arrivée d'un nouveau doctorant Ammar Hadi, en cotutelle avec le Liban dans le cadre du programme IRP ADONIS. Le sujet de la thèse est *Prédiction d'un accouchement prématuré par l'analyse des Hypergraphes et classification avec des réseaux de neurones convolutionnels sur le signal EHG*. Thèse co-encadrée par Mohamad Khalil, Catherine Marque et Dan Istrate.
- Vincent Zalc, ingénieur de recherche au laboratoire débute un travail de doctorat intitulé *Analyse intelligente de l'environnement sonore robuste et embarqué*. Sa thèse est co-encadrée par Dan Istrate et Anthony Fleury (Professeur - IMT Nord Europe).
- accueil de Plinio Morita (présenté page 11), professeur associé à l'Université de Waterloo lors de trois premiers séjours : en septembre 2023, de novembre à janvier puis de mars à juin 2024.
- accueil en novembre et décembre 2023 de Gaya Bin Noon doctorante à l'University of Waterloo encadrée par Plinio Morita. Son sujet de thèse est *Applications of Active Assisted Living technologies and data in older adult care*.
- accueil début décembre et pour 3 mois de deux doctorants de l'Université de Valparaiso (Chili) :
  - Andrea Lira Belmar doctorante encadrée par Carla Taramasco. Andrea travaille sur l'analyse du mouvement et Khalil Ben Mansour est associé à son encadrement lors de son séjour à BMBI.
  - Diego Robles également encadré par Carla Taramasco. Diego travaille sur l'analyse des données d'activité recueillies sur personnes âgées dans les 12 chambres de la maison partagée de Brens (région Toulouse).



Du Capteur à la mesure de l'activité physique

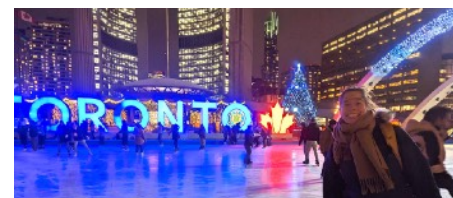
### ◆ PHC Barrande

Du 30 Octobre au 2 Novembre 2023, Nathália Oderich Muniz (post-doctorante BMBI), Jean-Philippe Tosiani (doctorant BMBI) et Mirian Kubo (ECC GEC) ont été accueillis à Mendel University (Brno/République Tchèque) par Petr Slama et Aleš Pavlík (Department of Animal Morphology, Physiology and Genetics) dans le cadre d'un PHC Barrande (2023 et 2024). Le projet, porté côté français par Muriel Vayssade, s'intitule *Evaluation of impact of phytonutrients on immune cells in 3D culture systems*. L'équipe CBB, notamment Timothée Baudequin, apporte son expertise dans le projet en matière de préparation de scaffolds électrospinnés pour la culture de cellules immunitaires.

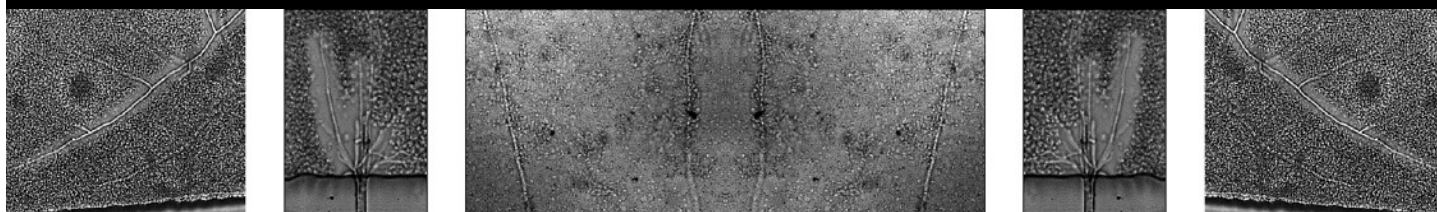


### ◆ Initiative SU i-Bio

Dans le cadre de sa thèse (programme i-Bio), Rosa Nicolas a séjourné à Toronto pendant 5 semaines cet automne pour étudier au laboratoire du Dr Penney Gilbert. Là-bas, elle a pu être formée à une nouvelle technique visant à constituer des tissus musculaires en 3D dans des boîtes de cultures à l'aide de fibrinogène, thrombine et d'extrait de membrane basale. Objectif final : s'assurer que cette nouvelle matrice s'intégrera à l'étude sur la jonction myotendineuse, sujet de thèse de Rosa, co-encadrée par Cécile Legallais. Les échantillons sont actuellement en route pour la France pour faire des analyses plus poussées ! Le séjour à Toronto a aussi été l'occasion de belles sorties nocturnes pour Rosa....







### ♦ Chaire DOT

Les travaux de la Chaire DOT pour « Disruptive Organoid Technologies » ont été présentés dans le symposium « Multidisciplinary approaches of technological sciences for smart society » du 31 octobre au 6 Novembre 2023 à Tokyo (<https://jointworkshop.wixsite.com/website>). Quatre membres de BMBI (Carla Meschini, Lisa Morisseau, Ulysse Pereira, Cécile Legallais) ont ainsi présenté les travaux en cours et accompagné la délégation de l'UTC menée par sa directrice, Claire Rossi. Cette mission, très riche, était co-organisée par notre collègue Eric Leclerc, actuellement en poste au LIMMS et par Joanna Daaboul, directrice aux relations internationales de l'UTC. Nous avons notamment pu rencontrer le Prof. Didier Marty-Dessus, conseiller pour la science et la technologie et son équipe à l'Ambassade de France mais aussi le Prof. Teruo Fujii, Président de l'Université de Tokyo.

En plus des présentations scientifiques, nous avons apprécié les nombreuses visites de laboratoire, ainsi que les événements festifs permettant à certain(e)s de découvrir la « vraie » cuisine japonaise. Nous souhaitons remercier ici chaleureusement tous les collègues qui nous ont accueillis, et plus particulièrement Sébastien Volz, directeur du LIMMS, ainsi que les Prof. T. Minami et Y. Sakai. À noter que Carla Meschini, doctorante co-financée par la Chaire DOT et la région Hauts de France, effectue actuellement ses recherches au LIMMS et au Sakai-Nishikawa Lab jusqu'au mois d'avril 2024.



Éric Leclerc, Karsten Haupt, Carla Meschini, Lisa Morisseau, Cécile Legallais, Indira Thowenin et Alessandro Victorino.

## 3. Retrouvailles et Interview

### ✓ Clôture 50 ans UTC

Le Jeudi 14 décembre, Claire Rossi recevait les pionniers et anciens collègues pour célébrer ensemble et clôturer cette année des 50 ans de l'UTC. Anne-Virginie a grandement contribué à l'organisation de cette fête, un grand merci à elle. Si l'UTC est ce qu'elle est aujourd'hui, c'est bien évidemment grâce aux forces aux vives en place qui œuvrent au quotidien pour faire avancer notre établissement, mais aussi grâce à tous ceux qui nous ont précédés et qui sont à l'origine de cette magnifique histoire UTCéenne. Nous avons clôturé cette année de festivités par un bel événement incarnant le pont entre les différentes générations de collègues. Au cours de la cérémonie, les pionniers, emmenés par Dominique Barthès-Biesel, sont revenus sur la genèse de l'UTC et sur les aspects innovants qu'ils ont proposés en rupture au modèle de l'époque. Puis Claire Rossi, Joanna Daaboul, Antoine et Jouglet et Samuel Veillerette ont esquissé les grandes lignes de l'UTC de demain.



Dominique Barthès-Biesel, Paul Gaillard et Gilbert Touzot.  
De dos Gérard Béranger, Louis Reynes



Gérard Béranger, Louis Reynes, Jean-Paul Barthès, Jean-François Large

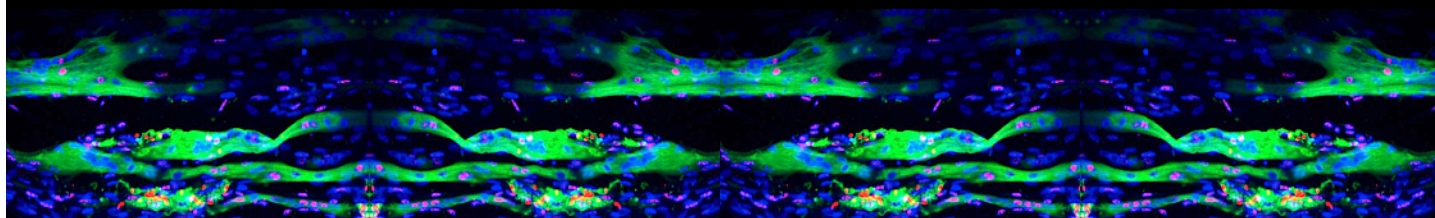


Marc Bonis, Gilbert Farges, Jean-Luc Duval, Jean-Mathieu Prot, Anne-Virginie Salsac, Rita Clérou, Muriel Vayssade et Marie-Françoise Sigot

### ✓ IFSB et CBB dans Hauts Féminins

Marie Sicaud, journaliste à France 3, a poussé les portes du laboratoire BMBI dans le cadre de son émission Hauts Féminin, qui met en lumière, chaque matin, des femmes inspirantes de notre région. Anne-Virginie l'a guidée pour lui faire découvrir l'essence des travaux, qui sont menés tant en numérique qu'en expérimental par les équipes IFSB et CBB, en compagnie de Florian, Claire, Lucas, Mathilde, Augustin, Lisa, Jérôme et Alexandre. Tous ensemble, ils ont permis le tournage d'un plan séquence de 13 minutes qui met à l'honneur nos travaux. Lien : <https://www.france.tv/france-3/hauts-de-france/hauts-feminin/5537682-anne-virginie-salsac.html>





## 4. Prix ou distinctions

### ✓ Marie-Christine Ho Ba Tho au Conseil Scientifique de l'INSIS

Marie-Christine Ho Ba Tho a été récemment nommée au Conseil scientifique de l'Institut CNRS Ingénierie (INSIS). Il est à noter qu'il s'agit de son 2<sup>ème</sup> mandat, et qu'elle prend le relais de Cécile qui termine son mandat au Conseil scientifique de l'INSIS. C'est une belle continuité de la représentation de la biomécanique et de la bioingénierie dans ce 'nouvel' institut et une reconnaissance indéniable des activités de recherche de BMBI.

### ✓ Dan Istrate - Professeur associé à l'Université de Waterloo

En ouvrant ce lien : <https://uwaterloo.ca/public-health-sciences/contacts/dan-istrate> vous accéderez à la présentation de Dan en tant que Adjunct Professor at the School of Public Health Sciences - University of Waterloo (Canada).

### ✓ Cécile Legallais et Hafsah Hachad lauréates du Prix Santelys

Le projet TRANSITION environnementale en hémoDIALyse : recyclage sur site des EAUx usées (TRANSIDIA-EAU) a été retenu dans le cadre de l'Appel à Projets Recherche 2023 de Santélys. La cérémonie de remise de prix (chèque de 30.000 €) a été organisée lors de la 8e Journée Régionale de la Maladie Rénale Chronique à Arras, le 19 octobre dernier. Ce projet propose de transposer "en vie réelle" le procédé mis au point lors de la thèse de Ahmed Abarkan. Il s'appuie sur une collaboration avec Nabil Grimi, Professeur à TIMR (UTC) et Loubna Firdaous, MCF dans l'Unité Mixte Transfrontalière INRAE BioEcoAgro UMR 1158 Institut Charles Viollette Polytech'Lille.



Hafsah, néphrologue, a débuté sa thèse sur ce sujet en novembre 2022.

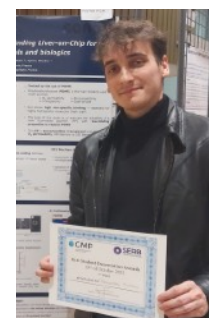
### ✓ Catherine Marque honorée lors de la conférence IEEE ICABME 2023 à Beyrouth

Katy a reçu un prix d'honneur pour l'ensemble de sa carrière lors de la conférence IEEE ICABME qui s'est tenue à Beyrouth en octobre 2013 ; cérémonie organisée et prix remis par les anciens doctorants libanais que Katy a eu le plaisir d'encadrer.



### ✓ Alexandre Martins primé au symposium GMP

Alexandre Martins a reçu le deuxième prix dans la catégorie Doctorants lors du symposium du Groupe Métabolisme et Pharmacocinétique (GMP) qui s'est tenu du 18 au 20 octobre à Paris. Alexandre, qui a débuté sa thèse en avril 2023, encadré par Rachid Jellali et Cécile Legallais, y présentait ses premiers résultats (sous forme de poster et avec une présentation orale) portant sur *Design and characterization of a low binding Liver-on-chip for the evaluation of PK of chemicals and biologics*.



### ✓ Anne-Virginie Salsac

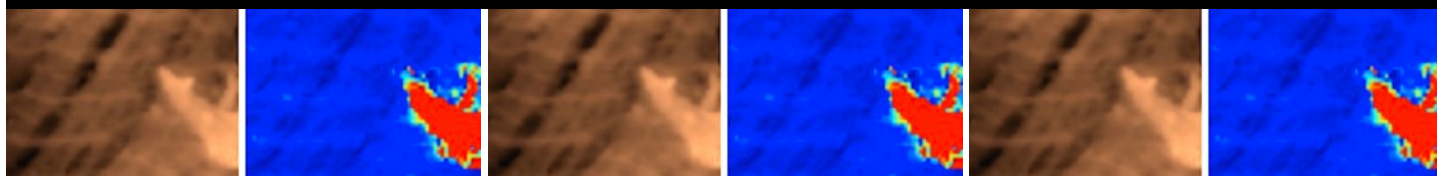
Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2023, Anne-Virginie Salsac est secrétaire générale du Comité National Français de Mécanique (<https://cnfmeca.org>). Elle a succédé à Jacques Magnaudet, et rejoint le bureau composé de Nicolas Moës (Président), Pierre Suquet (Vice-président) et Andrei Constantinescu (Trésorier).

### ✓ Muriel Vayssade au CNU 65ème

Muriel Vayssade a été élue au collège A de la section 65 (Biologie cellulaire) du CNU.

Toutes nos félicitations, Muriel !





## 5. Soutenances de thèse

- ♦ **19 septembre 2023 - Katharine Nowakowski** - *The prediction and management of muscle ageing : 3D musculoskeletal simulations and multi-scale biomechanical modeling for the analysis of human falls and fall prevention strategies through the application of artificial intelligence approaches.* Thèse encadrée par Tien Tuan Dao et Karim El Kirat
- ♦ **12 octobre 2023 - Yoann Tatarenko** - *Modélisation multi-échelle des propriétés mécaniques passives du muscle squelettique murin : application à l'étude de l'expression du gène Klf10.* Thèse encadrée par Sabine Bensamoun et Simon Chatelin (Univ de Strasbourg)
- ♦ **19 octobre 2023 - Mélissa Moulart** - *Évaluation qualitative et quantitative d'un exosquelette de traction lombaire ambulatoire.* Thèse encadrée par Frédéric Marin et Nicolas Olivier (Université de Lille II)
- ♦ **18 décembre 2023 - Lisa Morisseau** - *Development of a human non-alcoholic liver disease (NAFLD) model using organ-on-chip technology.* Thèse encadrée par Éric Leclerc et Yasuyuki Sakai (LIMMS Tokyo)

## 6. Turnover dans l'UMR

### ♦ Les arrivées :

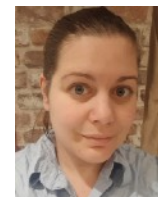
#### *Professeur invité par la chaire e-Biomed :*

✓ **Plinio Morita** - Associate Professor at University of Waterloo – School of Public Health Sciences and has a PhD in System Design engineering on “Focus on Human Factors Engineering”. As the Director of the Ubiquitous Health Technology Lab (UbiLab), he has focused his research on population level surveillance, remote patient monitoring (RPM), and personalized medicine technologies to be used to prevent unnecessary visits to hospitals and drive the healthcare system toward community care and telehealth. The UbiLab expands the area of population-level surveillance, remote patient monitoring, and precision medicine by developing algorithms and systems of systems that combine data from mHealth and IoT sensor technology that can satisfy clinical standards while also providing meaningful use for the patient to the ocean of data currently collected by these smart technologies.



#### *Membre permanent*

✓ **Sandrine Belfeki Bandeira** - a rejoint BMBI au 1<sup>er</sup> Décembre 2023 en tant qu'Assistant ingénieur en gestion administrative et aide au pilotage opérationnel. Titulaire d'une licence en Administration Economie et Sociale, Sandrine a tout d'abord exercé les fonctions de gestionnaire des contrats de recherche à l'AP-HP, avant d'intégrer le CNRS comme Gestionnaire Financière des contrats de recherche à la DR Paris Centre puis comme Gestionnaire de Laboratoire dans une unité mixte Sorbonne Université/CNRS. Au courant de l'automne 2023, elle a obtenu son détachement à l'UTC. Elle exercera les fonctions d'administratrice de BMBI après le départ à la retraite de Catherine Lacourt.



#### *Doctorants :*

✓ **Augustin Brassens** - Titulaire d'une Licence en Biologie de l'Université de Nîmes, j'ai ensuite poursuivi mes études avec un Master en Bioingénierie et Nanobiotechnologies à l'Université de Montpellier. Doctorant à BMBI depuis novembre 2023, mon sujet de thèse porte sur le *développement d'un organoïde d'adipocyte sur puce, couplé à un organoïde d'hépatocyte sur puce, pour l'étude de la stéatose hépatique.* Mon travail est encadré par Rachid Jellali à l'UTC et Eric Leclerc au LIMMS à Tokyo. Je m'investis pleinement dans ce projet de recherche, qui bénéficie du soutien du CNRS, illustrant ainsi mon engagement dans la compréhension des mécanismes complexes liés aux maladies métaboliques ainsi qu'à l'ingénierie tissulaire. Ces deux domaines complémentaires permettent de nouvelles perceptions sur les applications médicales. Mon parcours reflète mon investissement dans des domaines novateurs, alliant biologie, biotechnologie et ingénierie tissulaire.



✓ **Tanguy Hallegouet** - Titulaire d'un diplôme d'ingénieur spécialisé Technologie et Information de la Santé (TI Santé) à Télécom Physique Strasbourg, j'ai débuté en Octobre 2023 une thèse co-encadrée par Ulysse Pereira et Thierry Tordjmann (Inserm UMRS 1193). Le sujet de recherche s'inscrit dans le projet ANR (ANR-22-CE52-0012) Cryorg développé entre les laboratoires BMBI, l'Inserm UMRS 1193 et Inserm 1241 ainsi que la société Biopredic International. La thèse que j'effectue permettra le *développement d'un implant hébergeant des organoïdes hépatiques issu de cellules souches pluripotentes induite (hIPSC) pouvant être cryopréservé.* Ces implants seront, dans un second temps, transplantés dans des foies de souris en défaillance hépatique (induite par le paracétamol) afin d'étudier leurs impacts sur la survie ou le maintien des fonctions hépatiques.





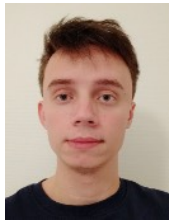
✓ **Chawki Nasrallah** - J'ai obtenu un Master en Ingénierie des Systèmes Complexes, Parcours Biomécanique et bio ingénierie à l'UTC. Le sujet de ma thèse est : *Évaluation du système neuromusculaire des personnes âgées en situation pathologique par technique HD-EMGs et intelligence artificielle*. Deux parties à ce projet : 1- classification des personnes en plusieurs catégories ou niveaux de sarcopénies à partir de signaux HD-EMGs du rectus femoris. 2- Apport de l'analyse de signaux HD-EMGs pour mesurer la résilience musculaire après fracture de l'extrémité supérieure du fémur (FESF). Mon contrat doctoral est financé par l'IUIS-SU. Ma thèse est dirigée par Sofiane Boudaoud et K. Kinugawa (AP-HP, SU avec Imad Rida comme co-encadrant.



✓ **Justine Ravaut** - Titulaire d'un master en ingénierie biomédicale (BME Paris, parcours Biomatériaux), j'ai débuté ma thèse en octobre 2023 avec pour directeurs Karim El Kirat et Jessem Landoulsi. Cette thèse est financée par l'initiative MSTD (Maîtrise des systèmes technologiques sûrs et durables). Il s'agit d'un projet collaboratif entre les équipes C2MUST de BMBI et le Laboratoire de Réactivité de Surface (LRS) de Sorbonne Université. Mon sujet de thèse s'intitule *Revêtements bioactifs à base d'alliages de Zinc pour des implants orthopédiques durables et absorbables*.



✓ **Lucas Wicher** - Ingénieur diplômé de l'UTC, GI filière IAD, j'ai commencé ma thèse en novembre 2023 au sein de l'équipe IFSB. Financée par la région Hauts-de-France et la chaire Safe-IA, cette thèse s'intitule *Méthodes de machine learning de dynamique de capsules en suspension dans des micro-vaisseaux* et est encadrée par Anne-Virgine Salsac et Florian De Vuyst. Les modèles numériques de simulation de microcapsules en place ont pour vocation de mieux caractériser ces capsules et leur mécanisme de rupture. À terme cela permettra d'améliorer diverses applications des microcapsules comme leur utilisation en tant que vecteur de principes actifs. L'objectif de la thèse est alors d'incorporer des solutions de machine learning à ces modèles afin d'accélérer les calculs coûteux en temps. Une attention particulière sera apportée aux notions de stabilité temporelle et de fidélité mécanique de ces solutions.



✓ **Vincent Zalc** - Ingénieur d'étude CNRS au laboratoire BMBI depuis 2007, basé jusqu'en 2018 au Centre d'Imagerie Médicale Avancée puis au Centre d'innovation sur la plateforme Outils biomédicaux connectés. Vincent commence une thèse à temps partiel intitulée *Analyse robuste et embarquée intelligente de l'environnement sonore*, il est co-encadré par Dan Istrate de BMBI et Anthony Fleury de l'IMT Nord Europe. L'objectif de cette thèse est de développer un nouveau système embarqué de reconnaissance de l'environnement sonore pour améliorer le suivi de personnes âgées à domicile et prévenir l'apparition de fragilité. Le principal challenge à relever est d'ajouter à la reconnaissance de son, la capacité à déterminer, en environnement réel et avec un traitement local, que des sons ne font pas partie des classes de la base d'apprentissage. Ces sons peuvent appartenir à une nouvelle classe non déterminée ou comprendre une superposition de plusieurs événements simultanés.



✓ **Hongiei Zhang** - I received my Master degree in computer science and technology from North China Electric Power University. Since November 2023, I am a PhD student under the supervision of Dr. Imad Rida and Prof. Sofiane Boudaoud. I am working on *multimodal representation learning for neuromusculoskeletal system evaluation*. My thesis is funded by China Scholarship Council.



### Légendes des illustrations des bandeaux de pages

page 2 : Reconstruction 3D de voies biliaires pathologiques avec lignes centrales étiquetées (au centre) et colorisation des différentes branches des voies biliaires en fonction de l'étiquetage (à droite)

page 3 : Scaffolds pour ingénierie tissulaire musculaire (fibres alignées), tendineuse (disposition aléatoire) ou osseuse (disposition en nid d'abeille)

page 4 : Modélisation des ondes perturbatrices de signaux électrophysiologiques en IRM

page 5 : Deux capsules, aux propriétés mécaniques différentes, soumises à un écoulement de cisaillement avant et pendant leur interaction. La capsule la moins rigide (en rouge) subit un endommagement.

page 6 : Fibres électrofilées de polycaprolactone (PCL) et hydroxyapatite

page 7 : Visualisation en 3D de fibres musculaires via l'OCT

page 8 : Représentation du son d'une toux et son spectrogramme

page 9 : Visualisation des interactions entre le champignon *T. helicus* et trois souches de bactéries : *E. sibiricum*, *B. weihenstephanensis* et *M. luteus*

page 10 : Co-culture (after 10 days) of Myoblasts and Fibroblasts favours muscle differentiation and the incorporation of fibroblastic nuclei within myotubes. Immunostaining: Myosin Ab (green), Quail nuclei Ab (red) and DAPI staining)

page 11 : Rigidité de la surface d'une fibre musculaire avec en rouge celle de sa membrane

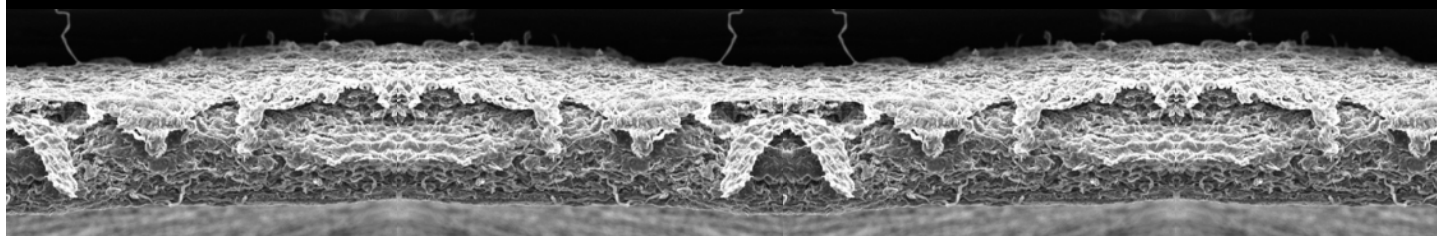
page 12 : Visualisation de l'embolisation des vaisseaux du rein par deux produits de contraste mélangés à une colle chirurgicale. Image centrale : mélange Liopiodol (huile éthiodée)-colle dans un rapport 1:3 ; mélange iodixanol (hydrosoluble)-colle dans un rapport 1:7 (à gauche) ou 1:1 (à droite).

page 13 : Image MEB du péricarde

page 14 : Modélisation numérique de l'ouverture d'une valve lymphatique

page 15 : Simulation MEF de la plaque de croissance d'un fémur de souris





## 7. Des nouvelles de nos anciens

✓ **Fayez Abou-Younes** (Docteur 2001) est en grande reconversion : début 2024 il crée son entreprise, « NOVAMOA », au sein de laquelle il sera consultant-chef de projets AMOA Sage X3.

✓ **Toufik Boubehziz** (Docteur 2022) a obtenu un poste d'Enseignant-Chercheur Contractuel à l'Université de Grenoble. À son arrivée à Grenoble en septembre 2023, il a intégré l'équipe APTKAL au sein du LIG et son activité de recherche est actuellement axée sur un projet lié à l'intelligence artificielle. Parallèlement, Toufik dispense des cours de programmation avancée, d'intelligence artificielle et de recherche opérationnelle au niveau de l'UFS SHS.

✓ **Ludovic Dupont** (Docteur 1996) a transmis un message plus qu'étonnant : « Quelle belle aventure j'ai eu la chance de vivre du 10 au 16 septembre 2023 dans la Vallée d'Aoste en Italie : Participer au Tor des Géants, ultra trail XXL (330 km - 25.000 mètres de dénivelé positif) était un rêve... j'en ai fait une réalité, après 6 mois de préparation intense avec mon coach. Une préparation sur mesure de la performance physique, mentale, émotionnelle, nutritionnelle, gestion du stress et du sommeil. Le Tor des géants ce fut pour moi 147h de course, peu de sommeil (5-6 h sur la semaine...) mais beaucoup de bonheur... J'aime sortir de ma zone de confort, j'ai été bien servi ! »



✓ **Christo El Morr** (Docteur 2022) a été promu Professeur en Informatique de Santé à York University, Canada. Il a récemment publié 3 livres en informatique (en Anglais) et sa deuxième collection de poèmes (en Arabe).

✓ **Aude Gautier** (Docteur 2008) nous a informés de ses nouvelles missions à la Haute Autorité de Santé : en 2022 elle a rejoint la Direction de l'Amélioration de la Qualité et de la Sécurité des Soins (DAQSS) et plus particulièrement le Service Bonnes pratiques professionnelles. Sa principale mission est de piloter simultanément l'élaboration de plusieurs recommandations de bonnes pratiques avec des groupes d'experts pour répondre à des enjeux de santé publique.

✓ **Roberta Leite-Lima** (Docteur 2010) - a réussi le concours de Professeur de Psychologie pour l'école d'infirmières de l'IFPE (Institut Federal de Pernambuco - Brésil). Depuis septembre 2023, elle enseigne 20 heures par semaine dans cette école.

✓ **Veronica Medina-Banuelos** (Docteur 1991) - les échanges à l'occasion des 40 ans de BMBI ont permis de retrouver Veronica qui nous a transmis ce message : « À mon retour au Mexique après thèse, je suis retournée à l'Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), campus Iztapalapa, où je suis professeur depuis 40 ans déjà. Mes recherches ont toujours concerné l'analyse et la quantification d'informations cérébrales avec deux applications cliniques majeures : étude du vieillissement normal et pathologique, et suivi du développement fœtal pendant le deuxième trimestre de la grossesse. J'ai également occupé plusieurs postes de gestion académique et actuellement je suis Présidente du campus Iztapalapa de l'UAM (plus de 700 enseignants/chercheurs et 15000 étudiants), pour la période 2022-2026. »

✓ **Mélissa Moulart** (Docteur 2023) - a obtenu un poste de responsable scientifique chez Japet Medical Devices. Elle est chargée du suivi d'études cliniques et scientifiques. Concernant les études cliniques Mélissa est en charge des mises à jour documentaires, dossiers d'évaluations cliniques, réalisations de protocoles, etc. Mélissa collabore aussi avec une collègue ergonome dans le cadre d'analyses ergonomiques, biomécaniques et psychosociales liées aux études scientifiques chez Japet.

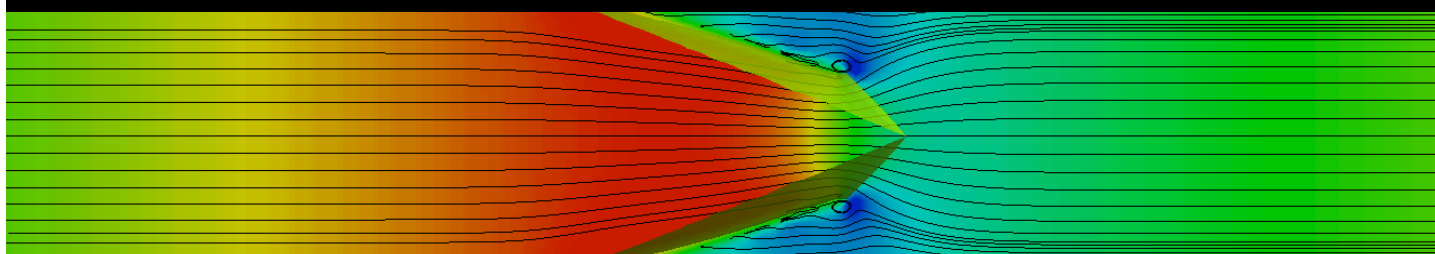
✓ **Vittoria Pandolfi** (Docteur 2016) - est désormais installée en Suisse, depuis 2021 elle exerce les missions de Chef de Produit chez Roche (Rotkreuz - Suisse).

✓ **Ahmed Samet** (Postdoc en 2015-2016) - a obtenu son HDR en informatique à l'INSA de Strasbourg le 23 novembre 2023. Il est maître de conférences à l'INSA Strasbourg et au laboratoire ICube depuis Septembre 2017 et travaille sur l'usage de la fouille de données et l'apprentissage automatique pour l'industrie 4.0. Trois applications ou contributions majeures à citer : (i) la maintenance prévisionnelle, (ii) la conception inventive, (iii) les systèmes de stockage électrique.

✓ **Duc-Phong Nguyen** (Docteur 2022) - a obtenu un poste de chercheur R&D chez Octopus Biosafety SA, à Auray en Bretagne. « At Octopus Biosafety, my role revolves around integrating Artificial Intelligence and Computer Vision expertise within XO robot systems tailored for the poultry industry. The work aims to enhance the robot navigation capabilities and revolutionize the monitoring and analysis protocols within the poultry sector. By doing so, we strive to boost productivity levels and ensure enhanced welfare standards for poultry. »

✓ **Tan-Nhu Nguyen** (Docteur 2020) nous écrit : « I am currently a lecturer in the Department of Medical Instrumentation, School of Biomedical Engineering, International University, Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam. My research topics are the same as those during the time of my Ph.D. student. They are biomechanics and bioengineering, serious game for rehabilitation, computer science for healthcare, and other related topics. »

✓ **Doriane Vesperini** (Docteur 2018) toujours responsable de projets R&D chez Biomatlante, à Nantes, nous parle de « Dreams and Roses », association qu'elle a créée avec deux amies, et de sa participation à une course d'orientation solidaire dans le désert du Sénégal. Ce trek, programmé du 28 mars au 4 avril 2024, est aux couleurs de Ruban Rose et de Cap Eco Solidaire, pour la lutte contre le cancer du sein et l'agrandissement d'une école sur place. Petit descriptif sur [Dreams and Roses | HelloAsso](https://dreamsandroses.org/).



## 8. Phare sur... le projet Mechlymph par Badr Kaoui

*En juillet et août 2023, Badr est parti travailler en tant que Research Collaborator aux Edwin L. Steele Laboratories for Tumor Biology localisés à Boston (Etats-Unis), dirigés par Pr. Rakesh Jain et qui sont affiliés au Massachusetts General Hospital (MGH) et Harvard Medical School (HMS).*

Badr est Chargé de Recherche CNRS au sein de l'unité BMBI et fait partie de l'équipe IFSB depuis 2015. Ses recherches se concentrent sur l'étude des systèmes biologiques et biomédicaux impliquant des interactions fluide-structures associées à des phénomènes de transport. À cet effet, il élabore des codes numériques permettant la modélisation de ces systèmes. Badr est un expert de diverses méthodes numériques, telles que la méthode de Boltzmann sur réseau, qui s'avère efficace pour prédire les écoulements de fluides dans des canaux présentant des géométries complexes. Il a su tisser un réseau de collaborations à l'échelle nationale, européenne et internationale. Il prend plaisir à travailler avec des collaborateurs issus de pays, de cultures et de disciplines variées. C'est pourquoi il apprécie particulièrement de passer du temps en mission dans des laboratoires à l'étranger.



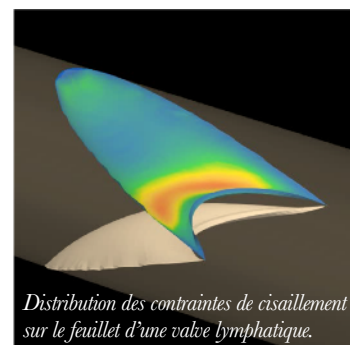
Cette année, en 2023, Badr a choisi Boston comme destination. C'est la capitale de l'État du Massachusetts, située sur la côte Est des États-Unis. Il a fait la transition d'un laboratoire académique vers un laboratoire hospitalier, changeant ainsi son milieu de travail. En juillet et août 2023, Badr est parti travailler en tant que Research Collaborator aux Edwin L. Steele Laboratories for Tumor Biology, situés à Boston (États-Unis). Ces laboratoires sont dirigés par le Pr. Rakesh Jain et sont affiliés au Massachusetts General Hospital (MGH) ainsi qu'à la Harvard Medical School (HMS). Le MGH est un grand hôpital, avec plusieurs sites dans l'agglomération de Boston, et est également l'hôpital associé à l'école médicale de la prestigieuse université de Harvard. L'objectif du séjour

scientifique de Badr au MGH était de travailler avec le Dr. Lance Munn sur la modélisation numérique du pompage de la lymphe dans les vaisseaux lymphatiques.

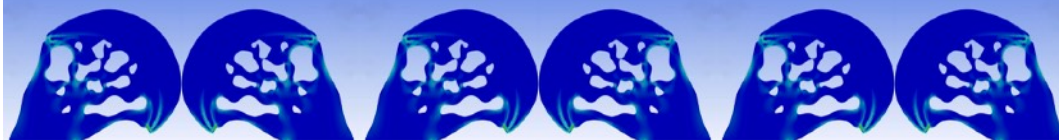
Le système lymphatique est très peu connu et moins étudié que le système cardiovasculaire. Ce n'est que récemment qu'il a attiré l'attention des scientifiques en raison de son lien important avec la prolifération du cancer, une maladie malheureusement en forte augmentation chaque année. Le rôle principal du système lymphatique est de drainer le liquide interstitiel autour des tissus et organes, de le filtrer, et de réintégrer la lymphe ainsi constituée au réseau cardiovasculaire. Contrairement à ce dernier, dont le cœur, pompe centrale, fait circuler le sang dans notre corps, le réseau lymphatique n'a pas de pompe ; le pompage de la lymphe est assuré grâce à une synchronisation entre les contractions-relaxations des parois des vaisseaux et l'ouverture-fermeture des valves lymphatiques, composées de deux feuillets. Un dysfonctionnement de ce système peut entraîner des maladies telles que le lymphœdème, qui représente un effet indésirable grave dans certains cas de traitement du cancer et ne dispose actuellement d'aucun remède.

La modélisation numérique du pompage de la lymphe requiert des connaissances approfondies et l'application de techniques avancées de modélisation de l'interaction fluide-structure. Cela permet de représenter avec précision la dynamique d'ouverture-fermeture des valves et de contraction-relaxation des parois des vaisseaux lymphatiques. De plus, il faut prendre en compte l'importance de la présence d'éléments chimiques, tels que l'ion calcium  $Ca^{2+}$  - essentiel dans la vasoconstriction - et l'oxyde nitrique NO - fortement impliqué dans le processus de vasodilatation. Ce sont bien des éléments biochimiques, principalement  $Ca^{2+}$  et NO, qui induisent les oscillations de contraction-relaxation des vaisseaux lymphatiques. Badr a examiné la dynamique des valves exposées à un écoulement non-stationnaire oscillatoire, représentatif du flux dans les vaisseaux lymphatiques. Le caractère non-stationnaire de l'écoulement, engendrant des variations temporelles des contraintes sur le système, est responsable de divers phénomènes de structuration, d'organisation et d'orientation des cellules endothéliales. L'étude de Badr et de ses collaborateurs prédit numériquement les performances des valves en fonction de plusieurs paramètres clés, tels que la forme des feuillets et leur élasticité. À long terme, les résultats obtenus grâce à ces calculs seront utilisés pour comprendre et expliquer la formation ainsi que les formes des valves lymphatiques.

Le projet de Badr est financé par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre du projet Mechlymph (ANR-20-CE45-0008-01), et il a également bénéficié d'un financement de mobilité UTC octroyé par la Direction de la Recherche de l'UTC.







## 9. Publications 2023 (depuis la Lettre BMBI 22 de juillet)

- Bielinski C, Kaoui B. Transfert de masse non-stationnaire depuis des particules sous écoulement. *Comptes Rendus. Mécanique*, 2023, 351 (S3), <https://dx.doi.org/10.5802/crmeca.204>
- Chazot C, Hachad H, Filipozzi P, Legallais C, Jullien P, et al.. Groupe Néphrologie verte de la SFNDT : premières réflexions. *Néphrologie & Thérapeutique*, 2023, 19 (1), pp.23–33. <https://dx.doi.org/10.1684/ndt.2023.1>
- Chen Y, Zeng Z, Lin X, Du X, Rida I, et al.. FDEPCA: A Novel Adaptive Nonlinear Feature Extraction Method via Fruit Fly Olfactory Neural Network for IoMT Anomaly Detection. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 2023, pp.1–13. <https://dx.doi.org/10.1109/JBHI.2023.3318892>
- Comby P-O, Guillen K., Chevallier O., Couloumy E., Dencausse A., Robert P., Catoen S., Salsac A.-V., Aho-Glele S. L., Loffroy R. Blocked-flow vs free-flow cyanoacrylate glue embolization: differences in an in vivo rabbit renal artery model. Diagnostic and Interventional Imaging. In Press (2023). 10.1016/j.diii.2023.10.003
- Essamlali A, Millot-Maysounabe V, Chartier M, Salin G, Becq A, et al.. Bile Duct Segmentation Methods Under 3D Slicer Applied to ERCP: Advantages and Disadvantages. *International Journal of Biomedical Engineering and Clinical Science*, 2023, 9 (4), pp.66–74. <https://dx.doi.org/10.11648/j.ijbecs.20230904.11>
- Guillen K., Comby P-O, Oudot A., Salsac A.-V., Falvo N., Virely T., Poupardin O., Guillemain M., Chevallier O., Loffroy R. Iodixanol as a New Contrast Agent for Cyanoacrylate Embolization: An In Vivo Swine Study. *Biomedicine*. 11(12), 3177 (2023). <https://doi.org/10.3390/biomedicine11123177>
- Hatrisse C, Macaire C, Hebert C, Hanne-Poujade S, de Azevedo, E et al.. A Method for Quantifying Back Flexion/Extension from Three Inertial Measurement Units Mounted on a Horse's Withers, Thoracolumbar Region, and Pelvis. *Sensors*, 2023, 23 (24), pp.9625. <https://dx.doi.org/10.3390/s23249625>
- Iqbal S, Qureshi A, Aurangzeb K, Allussein M, Irtaza Haider S, et al.. AMIAC: adaptive medical image analyzes and classification, a robust self-learning framework. *Neural Computing and Applications*, 2023, <https://dx.doi.org/10.1007/s00521-023-09209-1>
- Jinnappa Aski V, Singh Dhaka V, Parashar A, Kumar S, Rida I. Internet of Things in healthcare: A survey on protocol standards, enabling technologies, WBAN architectures and open issues. *Physical Communication*, 2023, 60, pp.102103. <https://dx.doi.org/10.1016/j.phycom.2023.102103>
- Macaire C, Hanne-Poujade, de Azevedo E, Denoix J-M, Coudry V, et al.. Asymmetry Sandrine Thresholds Reflecting the Visual Assessment of Forelimb Lameness on Circles on a Hard Surface. *Animals*, 2023, 13 (21), pp.3319. <https://dx.doi.org/10.3390/ani13213319>
- Maillet M, Kammoun M, Avril S, Ho Ba Tho M-C, Trabelsi O. Non-destructive Characterization of Skeletal Muscle Extracellular Matrix Morphology by Combining Optical Coherence Tomography (OCT) Imaging with Tissue Clearing. *Annals of Biomedical Engineering*, 2023, 51 (10), pp. 2323–2336. <https://dx.doi.org/10.1007/S10439-023-03274-2>
- Messelmani T, Le Goff A, Soncin F, Souguir Z, Merlier F, et al.. Coculture model of a liver sinusoidal endothelial cell barrier and HepG2/C3a spheroids-on-chip in an advanced fluidic platform. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2023, <https://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2023.10.006>
- Messelmani T, Zarpellon Nascimento I, Leclerc E, Legallais C, Meziane A, et al.. Flow rate variations in microfluidic circuits with free surfaces. *Microfluidics and Nanofluidics*, 2023, 27 (12), pp. 79. <https://dx.doi.org/10.1007/s10404-023-02691-y>
- Morisseau L, Tokito F, Poulain S, Plaisance V, Pawlowski V, et al.. Generation of  $\beta$ -like cell subtypes from differentiated human induced pluripotent stem cells in 3D spheroids. *Molecular Omics*, In press, <https://dx.doi.org/10.1039/D3MO00050H>
- Parashar A, Parashar A, Ding W, Shabaz M, Rida I. Data preprocessing and feature selection techniques in gait recognition: A comparative study of machine learning and deep learning approaches. *Pattern Recognition Letters*, 2023, 172, pp.65–73. <https://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2023.05.021>
- Parashar A, Parashar A, Ding W, Shekhawat R, Rida I. Deep learning pipelines for recognition of gait biometrics with covariates: a comprehensive review. *Artificial Intelligence Review*, 2023, 56 (8), pp.8889–8953. <https://dx.doi.org/10.1007/s10462-022-10365-4>
- Parashar A, Parashar, A, Abate S, Shekhawat R, Rida I. Real-time gait biometrics for Apoorva surveillance applications : A review. *Image and Vision Computing*, 2023, 138, pp.104784. <https://dx.doi.org/10.1016/j.imavis.2023.104784>
- Pouletaut P, Tatarenko Y, Chakouch M.K., Li, M., Joumaa V, et al.. Multiscale Passive Mechanical Characterization of Rodent Skeletal Muscle. *Innovation and Research in BioMedical engineering*, 2023, 44 (6), pp.100800. <https://dx.doi.org/10.1016/j.irbm.2023.100800>
- Quexada-Rodríguez D, Trabelsi O, Hobatho M-C, Ramtani S, Garzón-Alvarado D. Influence of growth plate morphology on bone trabecular groups, a framework computational approach. *BONE*, 2023, 171, pp.116742. <https://dx.doi.org/10.1016/j.BONE.2023.116742>
- Sarhan F-R, Colin E, Choteau B, Ben Mansour K, Marcellin F, et al.. Combined Surface Electromyography and Motion Capture for Quantitative Analysis of Facial Movements. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2023, 104 (3), pp.e17-e18. <https://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2022.12.048>
- Tatarenko Y, Li, M Pouletaut P, Kammoun M, Hawse J R, et al.. Multiscale analysis of Klf10's impact on the passive mechanical properties of murine skeletal muscle. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, In press, <https://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2023.106298>

## UMR CNRS 7338

- 26 chercheurs statutaires
- 05 chercheurs associés-invités
- 12 BIATSS / ITA
- 05 postdoctorants / ATER
- 30 doctorants

### DIRECTION Cécile LEGALLAIS

[cecile.legallais@utc.fr](mailto:cecile.legallais@utc.fr)

### Responsables d'équipe :

#### Equipe CBB (Cellules Biomatériaux-Bioréacteurs)

- Muriel Vayssade  
[muriel.vayssade@utc.fr](mailto:muriel.vayssade@utc.fr)

#### Equipe IFSB (Interactions Fluides Structures Biologiques)

- Anne-Virginie Salsac  
[anne-virginie.salsac@utc.fr](mailto:anne-virginie.salsac@utc.fr)

#### Equipe C2MUST

(Caractérisation et  
Modélisation Personnalisée du  
Système Musculo-Squelettique)

- Sofiane Boudaoud  
[sofiane.boudaoud@utc.fr](mailto:sofiane.boudaoud@utc.fr)
- Karim El Kirat  
[karim.elkirat@utc.fr](mailto:karim.elkirat@utc.fr)

#### Direction administrative :

• Catherine Lacourt  
CR Royallieu  
BP 20529  
60205 Compiègne Cedex  
[catherine.lacourt@utc.fr](mailto:catherine.lacourt@utc.fr)  
33(0)3 44 23 43 89

#### Composition Lettre BMBI

- Chantal Pérot  
[chantal.perot@utc.fr](mailto:chantal.perot@utc.fr)



© Chantal Pérot