



Call for application

PhD position – (1st October 2025 – 30th September 2028, 3 years)

Mathematical Modelling of human pancreatic Islet electrical aCtivity for bio-inspired automated insulin delivery system

Supervisors: Jérôme CIESLAK (IMS), David GUCIK-DERIGNY (IMS)

Laboratory: IMS (CNRS UMR 5218) / Control system group / ARIA team

Context:

The topic is part of the **MIMICbio** project (*Mathematical Modelling of human pancreatic Islet electrical aCtivity for bio-inspired and fully automated insulin delivery system*), funded by the French National Research Agency (ANR, <https://anr.fr/Project-ANR-24-CE51-6734>). Although automated insulin delivery (AID) systems - also known as **artificial pancreas** - are gaining considerable interest [1,2] as a safer, more reliable and more comfortable way of caring patients with type 1 diabetes (T1D), no solution has yet become the norm. In fact, AID systems are still **limited to partial automation**, *i.e.* meals have to be announced, the amount of carbohydrate taken during meals has to be estimated, and hypoglycaemia can still occur due to over-administration of insulin. **MIMICbio** project aims to **overcome the limitation** of partial automation by taking inspiration from the mechanisms of the pancreatic islets, and by learning from the lifestyle of the T1D patient. Note that **the PhD funding is already obtained!**

Goal/methods:

T1D is an auto-immune disease which destroys the pancreatic β -cells so that no endogenous insulin is produced. The aim of the PhD project is to build **dynamic models** of healthy human islets (including β -cells) in order to derive **a bio-inspired AID system**, *i.e.* design an artificial pancreas which is based on models able to mimic healthy pancreatic islets [3,4]. From biological experimental data carried out at the CBMN lab (Univ. Bordeaux), pancreatic **islets were cultured on MEA electrodes** in an Organ-on-Chip (OoC) framework, and subjected to glucose stimulus (step-like dynamic, etc.). Islets generated an electrical activity measured by the electrodes. Preliminary result has been obtained by using subspace techniques, coupled with a grey box approach to model **the multicellular β -cells activity** (termed Slow Potentials [3]) of the islets. Modelling of such activities is of great interest for control purpose, since it characterises insulin need. However, the range of validity of the preliminary model **is limited** (step-like glucose rise). **Targeted contributions** are to i) **develop and validate dynamic models** reproducing the multicellular activities of β -cells and their **specific kinetics** during realistic meals, ii) **considering the activity of α -cells**, the 2nd main cell type within islets, and their physiological role as hypoglycaemia detector, and iii) transpose these models into **bio-inspired control algorithms** [5,6,7] to derive a fully automated **health-aware control solution**.

Environment:

The candidate will benefit from the complementary expertise of 3 permanent researchers from the IMS laboratory (Pr. Jérôme Cieslak, Ass. Pr. David Gucik-Derigny, Pr. David Henry), and of the Colombian professor Pablo Santiago Rivadeneira, who will be present at the IMS laboratory during the first months of the PhD project. The proximity with the biology laboratory (CBMN) will be an asset in fully immersing ourselves in this multidisciplinary PhD project. This work is part of a more global framework, and occasional visits to the LS2N laboratory (Centrale Nantes) may be required for meetings of the MIMICbio consortium.

Profile:

The candidate will preferably have an Engineering/M2 Research Master's degree in **Control theory**, while remaining open to Applied Mathematics and Computer Sciences (data-driven dynamic modeling):

- A strong mathematical background related to **modelling** and control/observation of dynamic systems is required (e.g. experimental **identification**, robust control, **uncertain dynamic models**, estimation/filtering),
- A confirmed level of programming practice in at least one object language (**notably: Matlab, Python**) and a good practice of English (written and oral) are also required.
- Certificate of achievement in identification and/or dynamic modeling will be a plus.

More information:

- Funding: 3 years grant from the French National Research Agency (ANR),
- Gross annual salary: between 26k€ and 29k€, according to the progression defined in the Decree of 26/12/2022 (see Art. 1), that is, net salary (after taxes) starting from ≈1800 € per month with social insurance included,
- Additional remuneration through **teaching missions may be proposed**,
- Tuitions fees for doctoral students: ≈400€/year,
- Information on studies, daily life and campus life at University of Bordeaux can be found here.

How to apply?

Send CV (including academic results) + Cover letter + Transcripts (last 2 years) + Certificate of achievement or Master's diploma (or other equivalence to the French M2r Master's degree) + **at least, one recommendation letter, by June 1, 2025**, to: jerome.cieslak@ims-bordeaux.fr and david.gucik-derigny@ims-bordeaux.fr

If your application catches our attention, you will be offered an interview (by videoconference or face-to-face) during the first 15 days of June.

References

- [1] Trevitt *et al.* Artificial pancreas device systems for closed-loop control ..., **JDST** 10(3): 714-723 (2016)
- [2] Jacobs *et al.*, Artificial intelligence and machine learning for improving..., **IEEE Rev Bio Eng**, 17, (2024)
- [3] Lebreton, *et al.*, Slow potentials encode intercellular coupling..., **Diabetologia** 58 (2015).
- [4] Jaffredo *et al.* Dynamic Uni- and Multicellular Patterns Encode Biphasic... **Diabetes** 70 (2021)
- [5] Olçomendy *et al.*, Integrating an Islet-Based Biosensor..., **IEEE Trans Biomed**, 69(2), (2022)
- [6] Olçomendy *et al.* Towards the Integration of an Islet-Based Biosensor... **Frontiers in end.** 13 (2022)
- [7] Herrero *et al.* The bio-inspired artificial pancreas for type 1 diabetes... **JDST** 13(6):1017-1025 (2019).



Appel à candidature

Thèse doctorat – (1 Octobre 2025 – 30 Septembre 2028, 3 ans)

Modélisation de l'activité électrique des îlots pancréatiques humains pour un système bio-inspiré d'administration d'insuline

Encadrement : Jérôme CIESLAK (IMS), David GUCIK-DERIGNY (IMS)

Laboratoire d'accueil : IMS (CNRS UMR 5218) / groupe Automatique / équipe ARIA

Contexte :

Le sujet s'inscrit dans le cadre du projet **MIMICbio** (*Mathematical Modelling of human pancreatic Islet electrical activity for bio-inspired and fully automated insulin delivery system*), financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR, <https://anr.fr/Project-ANR-24-CE51-6734>) française. Si les systèmes d'administration d'insuline automatisée (AIA) - également appelés **pancréas artificiel** - connaissent un grand intérêt [1,2] pour fournir des soins sûrs, fiables et confortables aux patients de diabète de type 1 (DT1), aucune solution ne s'est encore imposée aujourd'hui. En effet, les systèmes AIA restent limités à une **automatisation partielle**, i.e. il faut annoncer les repas, estimer la quantité de glucides prise pendant les repas, et l'hypoglycémie peut toujours se produire en raison d'une suradministration d'insuline. Le projet **MIMICbio** vise à **lever cette limitation d'automatisation partielle** en s'inspirant des mécanismes des îlots pancréatiques, et en apprenant du mode de vie du patient DT1. Notons que le **financement de thèse est déjà acquis** !

Objectifs/méthodes :

Le DT1 est une maladie auto-immune qui détruit les cellules β du pancréas, de sorte qu'aucune insuline endogène n'est produite. L'objectif du projet de thèse vise à construire des **modèles dynamiques** d'îlots humains sains (intégrant le mécanisme biologique naturel des cellules β) pour développer un **système AIA bio-inspiré**, i.e. concevoir un pancréas artificiel basé sur des modèles capables d'imiter les îlots pancréatiques sains. A partir de données expérimentales biologiques réalisées au laboratoire CBMN (Univ. Bordeaux) [3,4], des îlots pancréatiques ont **été cultivés sur des électrodes** MEA, et soumis à un stimulus de glucose (échelon, etc.). Les îlots ont généré une activité électrique mesurée par les électrodes. Des résultats préliminaires ont été obtenus en utilisant des techniques de sous-espace, couplées à une approche de boîte grise pour **modéliser l'activité des cellules β multicellulaires** (appelées potentiels lents [3]) des îlots. La modélisation de ces activités est d'un grand intérêt pour le contrôle, car elle **caractérise le besoin en insuline**. Cependant, le domaine de **validité du modèle est limité** (une montée de glucose de type échelon). Les contributions ciblées du(de la) doctorant(e) sont donc de i) développer et valider des **modèles dynamiques reproduisant les activités multicellulaires des cellules β** et leur cinétique spécifique au cours de repas réalistes, ii) **considérer l'activité des cellules α** , le deuxième type cellulaire principal dans les îlots, et leur rôle physiologique en tant que détecteur d'hypoglycémie, et iii) transposer ces modèles dans des **algorithmes de contrôle bio-inspirés** [5,6,7] pour une solution entièrement automatisée.

Environnement

Le(la) candidat(e) recruté(e) bénéficiera de l'expertise complémentaires de 3 enseignants chercheurs permanents du laboratoire IMS (Jérôme Cieslak, David Gucik-Derigny, David Henry), et du professeur Colombien Pablo Santiago Rivadeneira présent au laboratoire IMS durant les premiers mois du projet de thèse. La proximité avec le laboratoire de biologie (CBMN) sera un atout pour se plonger pleinement dans ce projet de thèse pluridisciplinaire. Ce travail s'inscrit dans un cadre plus global, et des déplacements ponctuels au laboratoire LS2N (Centrale Nantes) pourront intervenir pour les réunions du consortium MIMICbio.

Profil recherché :

Le(la) candidat(e) recruté(e) aura préférentiellement un profil d'Ingénieur/Master M2 Recherche en **Automatique** tout en restant ouvert aux Mathématiques appliquées et à l'Informatique (modélisation dynamique guidée par les données, IA) :

- Une base mathématique solide liée à la **modélisation** et au **contrôle**/observation des systèmes dynamiques est requise (par exemple, identification **expérimentale**, **contrôle robuste**, **modèles dynamiques incertains**, estimation/filtrage),
- Un niveau confirmé de pratique de la programmation dans au moins un langage objet (**notamment : Matlab, Python**) et une bonne pratique de l'anglais (écrit et oral) sont également requis.
- Un certificat de réussite d'une formation en identification et/ou modélisation dynamique sera un plus.

Informations complémentaires :

- Financement ANR déjà acquis de 3 ans,
- Salaire annuel brut : entre 26k€ et 29k€, selon la progression définie à l'Art. 1 de l'Arrêté du 26/12/2022,
- Un complément de rémunération est envisageable dans le cadre de missions d'enseignement,
- Guide de l'étudiant à l'Université de Bordeaux (études, vie quotidienne, campus) : édition 2022-2023.

Candidature :

Adresser CV + Lettre de motivation + Relevés de notes (2 dernières années : niveaux M1, M2) + Attestation de réussite au Master (ou du diplôme conférant le grade de Master) + **Au moins une lettre de recommandation** d'ici le **1 Juin 2025** à : jerome.cieslak@ims-bordeaux.fr et david.gucik-derigny@ims-bordeaux.fr

Si votre candidature retient notre attention, un entretien (en visio ou présentiel) vous sera proposé dans les 15 premiers jours du mois de juin.

References

- [1] Trevitt et al. Artificial pancreas device systems for closed-loop control ..., **JDST** 10(3): 714-723 (2016)
- [2] Jacobs et al., Artificial intelligence and machine learning for improving..., **IEEE Rev Bio Eng**, 17, (2024)
- [3] Lebreton, et al., Slow potentials encode intercellular coupling..., **Diabetologia** 58 (2015).
- [4] Jaffredo et al. Dynamic Uni- and Multicellular Patterns Encode Biphasic..., **Diabetes** 70 (2021)
- [5] Olçomendy et al., Integrating an Islet-Based Biosensor..., **IEEE Trans Biomed**, 69(2), (2022)
- [6] Olçomendy et al. Towards the Integration of an Islet-Based Biosensor... **Frontiers in end.** 13 (2022)
- [7] Herrero et al. The bio-inspired artificial pancreas for type 1 diabetes... **JDST** 13(6):1017-1025 (2019).