



Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système, CNRS UMR 5218
351 cours de la Libération, building A31, 33405 Talence cedex, France

Call for application Post-Doctoral position – (1 year)

Toward automated management of drug dosage for the control of anaesthesia and hemodynamic dynamics of diabetic patients

Supervision:

Jérôme CIESLAK (IMS-CNRS), Alexandre OUATTARA (BMC-INSERM, University Hospital Center), Bogdan CATARGI (University Hospital Center)

Laboratory:

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

Context:

The post-doctoral subject is part of the **GALOPin** project (funded by the "Initiative d'Excellence", Université de Bordeaux), which combines the expertise of **hospital practitioners** at Bordeaux University Hospital in endocrinology, anaesthesia and hemodynamic, with that of researchers (IMS, CNRS, U5218) in **control engineering**. The scientific areas covered by the **GALOPin** research project are: **mathematical modelling**, experimental **identification** techniques and the design of **robust MIMO** (Multiple Input / Multiple Output) **control laws**. The **GALOPin** project is an **interdisciplinary research** at the interface of engineering sciences and technologies on the one hand, and medical sciences on the other, to propose new paradigms for the perioperative management of diabetic patients, in the field of **personalised medicine**.

In reality, **clinical practice** during surgery involves an optimal **control allocation problem** for delivering several drugs depending on the patient and the intervention. This is a closed-loop control strategy, a mature methodology in the engineering of complex systems (aerospace, etc.), with great potential for **inducing faster recovery times and reducing the risk of post-operative complications**. In particular, Prof. OUATTARA was the first to highlight the importance of intraoperative glycaemic control in cardiac surgery [1], a concern that remains relevant today [2, 3].

Goal/methods:

The aim of the Post-Doctoral subject is to undertake fundamental research to meet the following objectives. **(i) Mathematical modelling of anaesthesia and hemodynamic dynamics** in non-diabetic patients, by analysing the variability within a cohort of patients. This line of research will be based on the database of a healthcare professional and on digital in silico simulators [4, 5]. **(ii) Extend the hemodynamic model and anaesthesia dynamics to the case of diabetic patients**, by integrating the hyperglycaemic effects of stress and drugs during an anaesthesia [6]. This integration could be based on glucose-insulin dynamic models available in the literature (UVA/Padova simulator approved by the Food and Drug Administration (FDA) [7], Sorensen model, etc.). **(iii) To design a fully automated closed loop** to control the **optimal dosage** of several drugs during anaesthesia for surgery on a diabetic patient, while ensuring **autonomous regulation of glycaemia**.

Profile:

The candidate will preferably have a PhD in Control Engineering / Control theory, while remaining open to Mathematics applied to the biomedical field. More specifically:

- A solid mathematical foundation in modelling, control of dynamic systems and/or experimental identification is required (e.g. robust/predictive/optimal control, uncertain dynamic models, constrained optimization, identification of a mathematical model from data, grey box),
- Additional skills/knowledge related to anesthesia, hemodynamics and/or glucose-insulin dynamics will be welcomed,
- A confirmed level of programming practice in at least one object language (in particular Matlab, Python) and a good practice of English (written and oral) are also required.

More information:

- Funding: 1 year grant (possibly renewable for one year more),
- Gross month salary: 2.7k€, that is a net salary around ≈ 2190 € per month with social insurance included,
- Agreement to work in restricted areas is required. An administrative procedure between 2 and 3 months is required before taking up the position. Having obtained such an agreement as part of a previous doctorate of post-doctorate could be a plus.

How to apply?

Send to jerome.cieslak@u-bordeaux.fr, the following documents:

- CV
- Cover letter
- Copy of Master's degree (or equivalent) and academic results of Master
- PhD diploma or certificate
- Selection of articles published by the candidate
- Possibly: Letter(s) of recommendation(s)

References

- [1] Ouattara *et al.*, [Poor Intraoperative Blood Glucose Control Is Associated with...](#), *Anesthesiology* (2005)
- [2] Gerbaud *et al.*, [Glycemic variability is a powerful independent predictive factor of...](#), *Diabetes Care* (2019)
- [3] Gerbaud *et al.*, [Glycaemic Variability and Hyperglycaemia as Prognostic Markers of Major...](#) *J. Clin. Med.* (2022)
- [4] Ionescu *et al.*: [Open Source Patient Simulator for Design and Evaluation of...](#) *IEEE Access*, 9 (2021)
- [5] Aubouin-Pairault *et al.*: [PAS: a Python Anesthesia Simulator for drug control](#) *J. of Open Source Soft.*, (2023)
- [6] Hispzer *et al.*, [A mathematical model of glucose metabolism in hospitalized with diabetes...](#), Thesis, (2008).
- [7] Dalla Man *et al.*, [The UVA/Padova type 1 diabetes simulator: new features](#), *JDST*, 8(1): 26-34 (2014)



Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système, CNRS UMR 5218
351 cours de la Libération, building A31, 33405 Talence cedex, France

Appel à candidature Sujet de Post-Doctorat – (1 an)

Vers une gestion automatisée du dosage de médicaments pour le contrôle hémodynamique et anesthésique de patients diabétiques

Encadrement :

Jérôme CIESLAK (IMS), Alexandre OUATTARA (BMC, CHU de Bordeaux), Bogdan CATARGI (CHU de Bordeaux)

Laboratoire d'accueil :

IMS (CNRS UMR 5218) / groupe Automatique / équipe ARIA

Contexte :

Le sujet de Post-Doctorat s'insère dans le projet **GALOPin** (financement « Initiative d'Excellence », Université de Bordeaux) qui intègre l'expertise de praticiens hospitaliers du **CHU de Bordeaux** en diabétologie, anesthésie et hémodynamique, à celle d'enseignants/chercheurs (IMS, CNRS, U5218) relevant de l'automatique (section 61, du CNU). Les **domaines scientifiques concernés** par le projet de recherche **GALOPin** sont : la **modélisation** mathématique, les techniques **d'identification expérimentales** et la conception de loi **de commande robuste MIMO** (Multiple Input / Multiple Output). Le projet **GALOPin** initie un travail de recherche **interdisciplinaire** à l'interface des sciences et technologies de l'information et de la communication d'une part, et des sciences médicales d'autre part, pour proposer de nouveaux paradigmes de **prise en charge péri-opératoire du patient diabétique**, dans le domaine de la **médecine personnalisée**.

En réalité, la **pratique clinique** lors d'une chirurgie exécute un **problème d'allocation de commande optimale** pour délivrer plusieurs médicaments en fonction du patient et de l'intervention. Il s'agit d'une stratégie de commande en boucle fermée, une **méthodologie mature dans l'ingénierie** des systèmes complexes (aéronautique, spatial, ...), avec un grand potentiel pour induire des **temps de récupération plus rapides et réduire le risque de complications** post-opératoires. Notamment, le Pr. OUATTARA a été le premier à souligner l'importance du contrôle glycémique peropératoire de chirurgie cardiaque en 2005 [1], une préoccupation qui reste d'actualité aujourd'hui [2, 3].

Objectifs/méthodes :

Le sujet Post-Doctorat vise à entreprendre un travail de recherche fondamentale pour répondre aux objectifs suivants. **(i) Modéliser et analyser** l'hémodynamique et les dynamiques anesthésiques chez les patients non diabétiques, en intégrant la notion de la variabilité au sein d'une cohorte de patients. Cet axe de recherche s'appuiera sur la base de données d'un professionnel de santé et sur des simulateurs numériques *in silico* [4, 5]. **(ii) Étendre le modèle** hémodynamique et les dynamiques anesthésiques aux cas des patients diabétiques, en intégrant les effets dynamiques hyperglycémiant des produits anesthésiants [6] et de l'hyperglycémie de stress sur la glycémie sanguine. Cette intégration pourra notamment s'appuyer sur les modèles des dynamiques glucose-insuline disponibles dans la littérature (simulateur d'UVA/Padova approuvé par la Food and Drug Administration (FDA) [7], modèle de Sorensen, ...). **(iii) Développer** une boucle fermée entièrement automatisée pour piloter le **dosage optimal de plusieurs médicaments** lors d'une anesthésie pour une chirurgie d'un patient diabétique, tout en assurant une **régulation autonome de la glycémie**.

Profil recherché :

Le(la) candidat(e) recruté(e) aura de préférence un doctorat en Automatique, tout en restant ouvert aux mathématiques appliquées au domaine biomédical. Plus précisément,

- Une base mathématique solide en lien avec la modélisation, la commande de systèmes dynamiques et/ou l'identification expérimentale est demandée (par exemple : commande robuste/prédictive/optimale, modèles dynamiques incertains, optimisation sous contraintes, identification d'un modèle à partir de données),
- Des compétences/connaissances complémentaires en lien avec l'anesthésie, l'hémodynamique et/ou les dynamiques glucose-insuline seront accueillies très favorablement,
- Un niveau de pratique confirmé de programmation dans au moins un langage objet (notamment : Matlab, Python) et une bonne maîtrise de l'anglais technique sont également requis.

Informations complémentaires :

- Financement : Idex (12 mois),
- Salaire mensuel brut : environ 2 700 €,
- L'accord FSD pour travailler en Zone à Régime Restrictif (ZRR) est requis. Le fait d'avoir obtenu un tel accord dans le cadre d'un doctorat ou d'un post-doctorat antérieur pourrait être un atout.

Candidature :

Adresser à jerome.cieslak@u-bordeaux.fr, les documents suivants :

- CV
- Lettre de motivation
- Diplôme de Master (ou équivalence) + résultats académiques
- Diplôme/Attestation de doctorat
- Sélection d'articles d'intérêt publiée par le(la) candidat(e)
- Et éventuellement : Lettre(s) de recommandation(s)

References

- [1] Ouattara *et al.*, Poor Intraoperative Blood Glucose Control Is Associated with..., **Anesthesiology** (2005)
- [2] Gerbaud *et al.*, Glycemic variability is a powerful independent predictive factor of..., **Diabetes Care** (2019)
- [3] Gerbaud *et al.*, Glycaemic Variability and Hyperglycaemia as Prognostic Markers of Major... **J. Clin. Med.** (2022)
- [4] Ionescu *et al.*: Open Source Patient Simulator for Design and Evaluation of... **IEEE Access**, 9 (2021)
- [5] Aubouin-Pairault *et al.*: PAS: a Python Anesthesia Simulator for drug control **J. of Open Source Soft.**, (2023)
- [6] Hispzer *et al.*, A mathematical model of glucose metabolism in hospitalized with diabetes..., Thesis, (2008).
- [7] Dalla Man *et al.*, The UVA/Padova type 1 diabetes simulator: new features, **JDST**, 8(1): 26-34 (2014)