



## Call for application Master Thesis (M2) – (5 months)

### Towards automated management of drug dosage for the control of anaesthesia

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

**Hospital practitioners:** Alexandre OUATTARA (CHU de Bordeaux), Bogdan CATARGI (CHU de Bordeaux)

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

#### Context:

The 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 haemodynamic, 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**. 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].

#### Goal/methods:

The expected goal for this internship is to **design a fully automated closed loop** to control the **optimal dosage** of several drugs during anaesthesia for surgery. In this work, the robust control solution will be based on  **$H_\infty$  formalism**. Expected outcomes are to **i) reproduce the results obtained in [3,4] for SISO (Single Input / Single Output) case by using in silico simulators [5, 6], and ii) extend solution to MIMO case**. An investigation to integrate the hyperglycaemic effects of stress and drugs during an anaesthesia [7] can be envisaged to provide significant **perspectives for a PhD project**. 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) [8], Sorensen model, etc.)

**Profile:** 1) Robust control for MIMO systems, 2) Mathematical modelling, 3) Experimental Identification

**Requested skills:** The candidate should have developed good knowledge and skills in robust control design ( $H_\infty$  formalism). A confirmed practice of Matlab programming will be necessary.

**Duration:** 5 months, possibly starting with February-March 2025.

**How to apply?** Send to [jerome.cieslak@u-bordeaux.fr](mailto:jerome.cieslak@u-bordeaux.fr), the following: CV + Cover letter + Academic results

#### References

- [1] Ouattara *et al.*, Poor Intraoperative Blood Glucose Control Is Associated with..., **Anesthesiology** (2005)
- [2] Gerbaud *et al.*, Glycaemic Variability and Hyperglycaemia as Prognostic Markers of Major... **J. Clin. Med.** (2022)
- [3] Caiado *et al.*, Robust control of depth of anesthesia based on  $H_\infty$  design, **Arch. Of Cont. Sc.**, (2013)
- [4] Hosseinzadeh, Robust control applications in biomedical engineering: control of depth of hypnosis, **Aca. Press**, (2020)
- [5] Ionescu *et al.*: Open Source Patient Simulator for Design and Evaluation of... **IEEE Access**, 9 (2021)
- [6] Aubouin-Pairault *et al.*: PAS: a Python Anesthesia Simulator for drug control **J. of Open Source Soft.**, (2023)
- [7] Hispzer *et al.*, A mathematical model of glucose metabolism in hospitalized with diabetes..., Thesis, (2008).
- [8] Dalla Man *et al.*, The UVA/Padova type 1 diabetes simulator: new features, **JDST**, 8(1): 26-34 (2014)



**Appel à candidature**  
**Sujet de Master – (5 mois)**

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

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

**Praticiens hospitaliers :** 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 s'inscrit dans le projet **GALOPin** (financé par l'Initiative d'Excellence de l'Université de Bordeaux) qui associe l'expertise des **praticiens hospitaliers** du CHU de Bordeaux en endocrinologie, anesthésie et hémodynamique, à celle des chercheurs (IMS, CNRS, U5218) en **automatique**. Les domaines scientifiques couverts par le projet de recherche **GALOPin** sont : la **modélisation mathématique**, les techniques d'**identification expérimentale** et la conception de **lois de commande robustes MIMO** (Multiple Input / Multiple Output). En réalité, la pratique clinique au cours d'une intervention chirurgicale implique un **problème d'allocation de commande** optimal pour délivrer plusieurs médicaments en fonction du patient et de l'intervention. Il s'agit d'une stratégie de contrôle en boucle fermée, une méthodologie mature dans l'ingénierie des systèmes complexes (aérospatiale, etc.), avec un grand potentiel pour **induire des temps de récupération plus rapides et réduire le risque de complications post-opératoires**. En particulier, le professeur OUATTARA a été le premier à souligner l'importance du contrôle peropératoire de la glycémie en chirurgie cardiaque [1], une préoccupation qui reste d'actualité [2].

**Objectifs/méthodes :**

L'objectif attendu de ce stage est de concevoir **une boucle fermée entièrement automatisée** pour contrôler le **dosage optimal** de plusieurs médicaments lors d'une anesthésie chirurgicale. Dans ce travail, la solution de contrôle robuste sera basée sur le **formalisme  $H_\infty$** . Les résultats attendus sont i) la reproduction des résultats obtenus dans [3,4] pour le cas SISO (Single Input / Single Output) en utilisant des **simulateurs in silico** [5, 6], et ii) **l'extension de la solution au cas MIMO**. Une étude visant à intégrer les effets hyperglycémiques du stress et des médicaments pendant l'anesthésie [7] peut être envisagée pour fournir des perspectives significatives pour un **projet de doctorat**. Cette intégration pourrait être basée sur des modèles dynamiques glucose-insuline disponibles dans la littérature (simulateur UVA/Padova approuvé par la Food and Drug Administration (FDA) [8], modèle de Sorensen, etc.)

**Profil recherché :** 1) Commande robuste multivariable, 2) Modélisation Mathématique, 3) Identification

**Compétences requises :** Le candidat devra avoir de bonnes connaissances et compétences en conception de commandes robustes (formalisme  $H_\infty$ ). Une pratique confirmée de la programmation sous Matlab sera nécessaire.

**Durée du stage :** 5 mois, éventuellement à partir de février-mars 2025.

**Pour postuler?** Envoyez CV + Lettre de motivation + Résultats académiques à [jerome.cieslak@u-bordeaux.fr](mailto:jerome.cieslak@u-bordeaux.fr)

**References**

- [1] Ouattara *et al.*, Poor Intraoperative Blood Glucose Control Is Associated with..., **Anesthesiology** (2005)
- [2] Gerbaud *et al.*, Glycaemic Variability and Hyperglycaemia as Prognostic Markers of Major... **J. Clin. Med.** (2022)
- [3] Caiado *et al.*, Robust control of depth of anesthesia based on  $H_\infty$  design, **Arch. Of Cont. Sc.**, (2013)
- [4] Hosseinzadeh, Robust control applications in biomedical engineering: control of depth of hypnosis, **Aca. Press**, (2020)
- [5] Ionescu *et al.*: Open Source Patient Simulator for Design and Evaluation of... **IEEE Access**, 9 (2021)
- [6] Aubouin-Pairault *et al.*: PAS: a Python Anesthesia Simulator for drug control **J. of Open Source Soft.**, (2023)
- [7] Hispzer *et al.*, A mathematical model of glucose metabolism in hospitalized with diabetes..., Thesis, (2008).
- [8] Dalla Man *et al.*, The UVA/Padova type 1 diabetes simulator: new features, **JDST**, 8(1): 26-34 (2014)