



Poste ouvert à candidature / Position available for application

English version below

Ingénieur de recherche en modélisation/machine learning

Research engineer in modelling/machine learning

CDD de 1 an – Extension possible selon performances

1-year fixed-term contract – Possible extension depending on performances

Poste ouvert au sein du LGPM, laboratoire de CentraleSupélec (Paris Saclay), localisé à Gif-sur-Yvette (plateau de Saclay).

CONTEXTE

Le Laboratoire de Génie des Procédés et des Matériaux (LGPM) a pour ambition de développer des approches nouvelles pour répondre aux **grands enjeux sociétaux** tels que la **transition vers des produits biosourcés** (alimentation, molécules, énergie), **l'utilisation intelligente des matériaux**, et entre autres, le développement de **procédés sobres**. Cela afin de limiter **l'empreinte carbone** de la société et améliorer la **qualité de vie** des citoyens. Pour atteindre ces objectifs ambitieux, le laboratoire et sa Chaire de Biotechnologie déploient des outils expérimentaux et numériques et développent des projets de recherche avec des approches multiéchelles, allant de la cellule au procédé industriel.

Reconnu pour ses expertises en modélisation et mise en œuvre des bioprocédés, le laboratoire a intégré le consortium du projet RELOAD (ANR, structurée autour d'Air Liquide). Ce projet porte sur la production de biogaz par digestion anaérobie et a pour double objectif de : (i) optimiser l'agitation au sein des bioréacteurs en vue d'augmenter la charge en matière sèche traitée et (ii) concevoir une stratégie de contrôle-commande optimal pour la supervision du procédé.

Les bioréacteurs de digestion anaérobie (biodigesteurs) sont en effet des ouvrages particulièrement complexes à opérer. Les problématiques y sont nombreuses : comportement hydrodynamique, comportement biologique et des effets couplés entre les deux. Le système d'agitation doit être conçu de manière qu'un mélange homogène soit assuré tout en minimisant le stress bactérien et la disruption de floes. De plus, la difficulté d'opération augmente avec la charge en matière sèche (principal substrat pour la production de biogaz), dont la limite classique se situe actuellement à 15 %. Grâce à l'utilisation de nouveaux outils (mélangeurs conçus numériquement, modélisation biologique avancée et méthodes de contrôle-commande de pointe), le consortium ambitionne d'opérer les méthaniseurs avec une charge pouvant atteindre 20 % de matière sèche et ainsi augmenter leur productivité en biogaz.

Le projet se structure ainsi autour de 5 grandes phases : caractérisation de l'hydrodynamique des digesteurs, couplage du modèle hydrodynamique au modèle biologique (appelé « modèle hydro-biologique complet »), développement d'une stratégie de contrôle-commande, validation sur site pilote et développement de nouveaux mélangeurs.

Au sein de ce consortium, votre mission sera de produire un modèle numérique réduit permettant d'utiliser le modèle complet pour la conception d'une loi de contrôle-commande. En effet, l'exécution du modèle complet sera vraisemblablement longue et donc incompatible avec la réactivité nécessaire au contrôle-commande. L'objectif sera donc d'accélérer les calculs en gardant un maximum de précision, quitte à sacrifier l'explicabilité.

MISSIONS

En collaboration avec les équipes scientifiques du LGPM et de la chaire de Biotechnologie, l'ingénieur de recherche mènera les travaux de réduction du modèle complet. Plusieurs approches sont envisagées en fonction de la complexité du problème, de la quantité de données disponibles et du profil recruté. Une liste non exhaustive avec les forces et les faiblesses de chacune est proposée dans la table 1. Une étape de bibliographie sera nécessaire afin de compléter ce premier panel de techniques.

Dans un premier temps, des approches simples et peu consommatrices de données seront utilisées (e.g. surface de réponse, méthode de séparation des échelles de temps). Elles constitueront un socle permettant d'assurer un livrable de qualité. Dans un second temps, des techniques plus exigeantes en termes de quantité de données seront déployées (e.g. machine learning, réseaux de neurones). Une approche de représentation par compartiments pourrait être envisagée. L'objectif sera alors d'obtenir la meilleure prédiction possible des champs de vitesse et des dynamiques microbiennes en un temps réduit. Enfin, une comparaison des différentes approches sera entreprise.

Ces travaux pourront donner lieu à une ou plusieurs publications scientifiques ainsi qu'à des conférences dans des congrès nationaux ou internationaux.

	Explainability	Gain in computational cost	Data greediness
CFD Response surface model	-	+++	+
Artificial neural network	---	++	---
ADM1 Timescale splitting	+++	-	+++
Lumping	+	-	++
Response surface model	-	+++	+
Artificial neural network	---	+++	---

Table 1: Techniques de réduction de modèle. "+" aspect positif. ADM1 est le modèle biologique.

PROFIL ET COMPÉTENCES

Titulaire d'un diplôme de doctorat ou niveau équivalent attesté par une expérience professionnelle, les candidats devront :

- Avoir de bonnes connaissances en mathématiques appliquées,
- Maîtriser au moins un langage de programmation scientifique (Matlab, R, Python...),
- Avoir des bonnes aptitudes au travail collaboratif,
- Avoir une bonne maîtrise de l'anglais,
- Avoir un intérêt voire des connaissances dans les champs disciplinaires et applicatifs du laboratoire (bioprocédés et biomatériaux).

Compétences additionnelles souhaitées :

- Intelligence artificielle : Machine learning, Deep learning
- Data science
- Visualisation de données

EQUIPE D'ACCUEIL & ENVIRONNEMENT

La mission se déroulera au sein du Laboratoire de Génie des Procédés et des Matériaux, situé à Gif-sur-Yvette dans les locaux de CentraleSupélec. Les responsables scientifiques du projet sont Cristian Puentes (LGPM) et Victor Pozzobon (LGPM - Chaire de Biotechnologie). Les directeurs des entités sont François Puel (LGPM) et Patrick Perré (LGPM - Chaire de Biotechnologie).

Date de démarrage souhaitée : septembre 2022 (ajustable au besoin)

Sites Web :

<http://lgpm.centralesupelec.fr/>

<http://www.chaire-biotechnologie.centralesupelec.fr/>

DOCUMENTS À FOURNIR

Les lettres de candidature, accompagnées d'un curriculum vitae et, à la discrétion des candidats, de lettres de recommandation, devront être adressées par courriel aux contacts mentionnés ci-après.

CONTACT :

Dr. Cristian Puentes,

Maître de conférences,
LGPM, CentraleSupélec

cristian.puentes@centralesupelec.fr

Dr. Victor Pozzobon

Ingénieur de recherche, HDR, LGPM
Chaire de Biotechnologie de CentraleSupélec

victor.pozzobon@centralesupelec.fr

English version

Research engineer in modelling/machine learning

1-year fixed-term contract – Possible extension depending on performances

Position available at LGPM, laboratory attached to CentraleSupélec Engineering School (Paris-Saclay University), located in Gif-sur-Yvette (Saclay plateau).

CONTEXT

The Chemical Engineering and Materials Laboratory (French acronym, LGPM) develops new approaches to meet major societal challenges such as the transition to bio-based products (food, molecules, energy), the intelligent use of materials, and among others, the development of sustainable processes. Our aim is to contribute to the reduction of society's carbon footprint and the improvement of Citizens' quality of life. The LGPM and its Biotechnology Chair deploy experimental and digital tools and develop research projects with multiscale approaches, from the cell to the industrial process.

Recognized for its expertise in modeling and bioprocesses implementation, the laboratory has joined the consortium of the RELOAD project (ANR project, structured around Air Liquide). This project focuses on the production of biogas by anaerobic digestion and has the dual objective of: (i) optimizing the agitation within the bioreactors in order to increase the treated dry matter load and (ii) designing an optimal control strategy for process supervision.

Anaerobic digestion bioreactors (biodigesters) are particularly complex units to operate. There are many issues: hydrodynamic behavior, biological behavior and coupled effects between the two. The agitation system must be designed in such a way that a homogeneous mixing is ensured while minimizing bacterial stress and floc disruption. Furthermore, the difficulty of operation increases with the dry matter load (main substrate for biogas production), which is currently limited to 15%. By means of new tools (numerically designed mixers, advanced biological modeling and state-of-the-art control methods), the RELOAD consortium aims to operate the biogas plants with a load of up to 20% dry matter and thus increase their biogas productivity.

The project is structured around 5 main phases: characterization of the hydrodynamics of the digesters, coupling of the hydrodynamic model to the biological model (called "complete hydro-biological model"), development of a control strategy, validation on a pilot site and development of new mixers.

Within this consortium, your mission will be to produce a reduced numerical model allowing the use of the complete model for designing a control law. Indeed, the execution of the complete model will probably be long and thus incompatible with the reactivity necessary for automatic control. The objective will be to accelerate the calculations while keeping a maximum of precision, even if it means sacrificing the explainability.

MISSIONS

In collaboration with the scientific teams of the LGPM and the Biotechnology Chair, the research engineer will carry out the reduction of the complete model. Several approaches are envisaged depending on the complexity of the problem, the amount of data available and the profile recruited. A non-exhaustive list with the strengths and weaknesses of each is proposed in table 1. A literature review will be necessary to complete this first panel of techniques.

Initially, simple approaches that require little data will be used (e.g. response surface, time scale separation method). They will constitute a first base to generate a quality deliverable. In a second phase, more demanding techniques in terms of data quantity will be deployed (e.g. machine learning, neural networks). A compartmental representation approach could be considered. The objective will then be to obtain the best possible prediction of velocity fields and microbial dynamics in a reduced time. Finally, a comparison of the different approaches will be undertaken.

This work could lead to one or more scientific publications as well as conferences in national or international congresses.

	Explainability	Gain in computational cost	Data greediness
CFD Response surface model	-	+++	+
Artificial neural network	---	++	---
ADM1 Timescale splitting	+++	-	+++
Lumping	+	-	++
Response surface model	-	+++	+
Artificial neural network	---	+++	---

Table 1: Model reduction techniques. "+" stands for positive aspect. ADM1 is the biological model.

PROFILE AND SKILLS

Holder of a doctoral degree or equivalent level evidenced by professional experience, candidates should:

- Have a good knowledge of applied mathematics,
- Master at least one scientific programming language (Matlab, R, Python...),
- Have good collaborative work skills,
- Have a good level of English,
- Have an interest or knowledge in the disciplinary and application fields of the laboratory (bioprocesses and biomaterials).

Additional skills desired:

- Artificial intelligence: Machine learning, Deep learning
- Data science
- Data visualization

HOST TEAM & ENVIRONMENT

The mission will take place at LGPM, laboratory attached to CentraleSupélec Engineering School, located in Paris-Saclay Campus (Gif-sur-Yvette, France). The scientific leaders of the project are Cristian Puentes (LGPM) and Victor Pozzobon (LGPM - Biotechnology Chair). The directors of the entities are François Puel (LGPM) and Patrick Perré (LGPM - Biotechnology Chair).

Desired start date: September 2022 (adjustable as needed)

Websites:

<http://lgpm.centralesupelec.fr/>

<http://www.chaire-biotechnologie.centralesupelec.fr/>

DOCUMENTS TO BE PROVIDED

Letters of application, along with a resume and, at the applicants' discretion, letters of recommendation, should be emailed to the contacts listed below.

CONTACT

Cristian Puentes, PhD
Associate Professor, LGPM,
CentraleSupélec
cristian.puentes@centralesupelec.fr

Victor Pozzobon, PhD, HDR
Research Engineer, LGPM,
Chair of Biotechnology, CentraleSupélec
victor.pozzobon@centralesupelec.fr