

Stage de Master 2

Intitulé du stage :

Développement d'une loi de commande pour la minimisation des émissions de gaz à effet de serre de la station d'épuration Seine Aval

Le contexte :

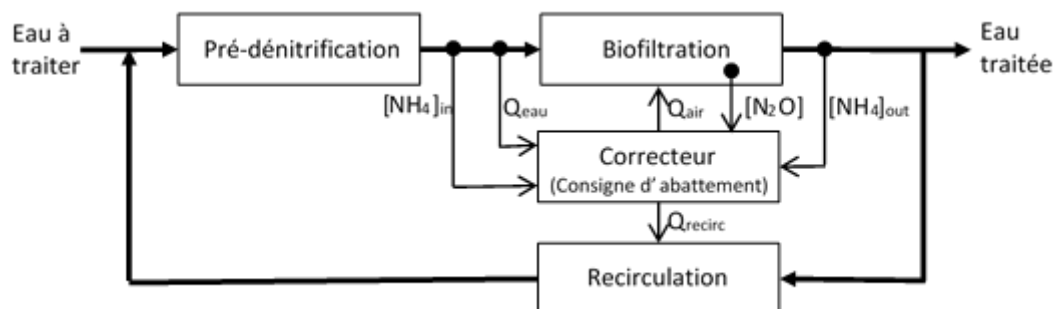
Ce stage est financé dans le cadre du programme de recherche [Mocopée](#) regroupant des organismes de recherche et le Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP).

Pour respecter la réglementation du domaine du traitement des eaux résiduaires urbaines, le SIAAP a investi dans des procédés d'épuration intensifs et performants sur ses stations d'épuration. À ce titre, la majorité des eaux traitées sur la station Seine Aval (5,5 millions d'équivalents habitants) s'effectue par biofiltration. Or, le besoin en oxygène des bactéries nécessite d'aérer fortement le procédé. Cette aération étant un des principaux postes de consommation électrique sur la station, il est nécessaire de l'optimiser le mieux possible, en évitant de mettre trop ou trop peu d'air en fonction des objectifs de traitement et des charges de pollution en entrée du procédé. Une contrepartie du traitement par biofiltration est l'émission de protoxyde d'azote (N_2O), puissant gaz à effet de serre (GES) qui contribue à 46% du bilan de GES de la station. L'optimisation de l'aération ne doit donc pas contribuer à une augmentation de la production de ce gaz et des stratégies de minimisation doivent être évaluées. Un moyen de réduire la production de N_2O est de réaliser une dilution par recirculation. Il convient donc d'étudier les boucles de régulation d'aération et de recirculation pour trouver le meilleur compromis entre efficacité du traitement, minimisation des coûts et réduction des gaz à effet de serre.

Le sujet :

L'objectif du stage est de développer une loi de commande permettant l'optimisation de la recirculation et de l'aération de biofiltres de nitrification pour la maîtrise de la performance, de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre.

Le procédé étudié est vu comme un système présentant deux signaux de sortie, la concentration sortante en azote ammoniacal $[NH_4]_{out}$ et le facteur d'émission en protoxyde d'azote $[N_2O]$ (fraction de la charge d'azote ammoniacal traitée émise sous forme N_2O), et quatre signaux d'entrée, le débit d'air Q_{air} , le débit d'eau Q_{eau} , la concentration entrante en azote ammoniacal $[NH_4]_{in}$ et la quantité d'eau en recirculation Q_{recirc} . Le correcteur recherché doit permettre la régulation de $[NH_4]_{out}$ afin de respecter la consigne d'abattement. Il s'agit donc de calculer périodiquement les deux signaux de commande Q_{air} et Q_{recirc} avec la contrainte d'une faible émission de N_2O dans un contexte de forte non linéarité liée au point de fonctionnement fixé par Q_{air} , Q_{recirc} , Q_{eau} et $[NH_4]_{in}$.





L'un des outils d'aide à l'optimisation sur lequel a travaillé le SIAAP est la modélisation mathématique du procédé de biofiltration. Ce travail a permis le développement d'un simulateur représentant le fonctionnement des biofiltres nitrifiants de Seine Aval et les émissions associées de protoxyde d'azote (SimBio-N₂O).

Le stage portera sur :

- La découverte du simulateur SimBio-N₂O ;
- L'étude et la mise en œuvre d'une approche, mixant estimation paramétrique et commande, basée sur la méthode MPC (*Model predictive control*) où le caractère non linéaire du procédé sera traité par une procédure récursive avec un horizon glissant ; Les développements seront testés sur simulateur.

Selon l'avancement, des tests sur un pilote de biofiltration installé sur le site Seine Aval pourraient être effectués.

Lieu et environnement du stage :

Le lieu de stage est le laboratoire LIAS à l'Université de Poitiers. Le ou la stagiaire se rendra autant que de besoin à l'INRAE (Antony) et au SIAAP (Colombes).

Profil recherché :

Étudiant.e de Master 2 ou d'école d'ingénieurs (stage de fin d'étude) dans le domaine de l'Automatique ou du Génie des procédés.

Le ou la stagiaire doit disposer des qualités suivantes :

- Compétences en automatique (contrôle-commande) ;
- Compétences en programmation sur des logiciels tels que Matlab, Python, Scilab ;
- Un bon niveau en français et en anglais est fondamental.

Encadrement :

Eloïse De Tredern (SIAAP DI), Ahlem Filali (INRAE) & Régis Ouvrard (LIAS – Université de Poitiers)

Employeur :

Université de Poitiers

Indemnités de stage :

Environ 525€ par mois.

Prise en charge des déplacements entre Antony, Colombes et Poitiers.

Candidatures par mail :

Envoyer CV et lettre de motivation à

regis.ouvrard@univ-poitiers.fr