

## **Offre de thèse : Gestion optimisée et intégrée de la production des épurateurs de biogaz**

### **Contexte et problématique**

La production du biogaz représente aujourd’hui un vecteur important pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le biogaz est extrait de déchets de matière organique et permet de répondre à une demande grandissante de gaz au niveau européen. Dans le cadre du projet ALLIANCE, PRODEVAL, le leader européen et mondial dans la construction d’épuration de biogaz, et l’entreprise AVENTECH s’associent pour concevoir et construire une nouvelle ligne d’assemblage à Valence afin d’augmenter le volume de la production d’épuration de biogaz et liquéficateurs CO<sub>2</sub>. Cette ligne d’assemblage, la première usine industrielle d’épuration de biogaz au monde, sera pilote pour la standardisation des épuration et leurs composants et l’augmentation du volume de production. Pour ce faire, PRODEVAL souhaite se doter de méthodes intelligentes permettant la gestion de production optimisée et intégrée de la nouvelle usine. Actuellement, la production de ces épuration chez Prodeval est réalisée de manière artisanale, limitant ainsi la capacité de l’entreprise à répondre à la demande croissante tout en respectant les normes de sécurité et de qualité strictes.

La complexité de la production des épuration de biogaz réside dans la multitude d’étapes nécessaires pour assembler ces équipements sophistiqués. La fabrication commence par la conception et la fabrication de composants spécifiques, tels que les colonnes d’adsorption, les filtres et les systèmes de compression. Chaque composant doit être sélectionné et testé pour garantir sa compatibilité et son efficacité dans le processus de purification. Ensuite, l’assemblage des composants se fait selon des protocoles définis pour assurer la sécurité et la fiabilité de l’épuration. Cette étape inclut des opérations de soudage, de montage des pièces, et d’intégration des systèmes de contrôle et d’automatisation. La dernière phase consiste en des tests poussés pour vérifier la performance et la conformité aux normes de sécurité et environnementales.

### **Verrous scientifiques**

La standardisation de ce processus de production comporte de nombreux verrous scientifiques. Les spécifications techniques et les exigences de qualité peuvent varier d’un client à l’autre (notamment à cause des normes du pays cible, du contexte géographique et économique du client, etc), rendant difficile la standardisation des procédés. De plus, il n’existe aujourd’hui aucune entreprise qui a standardisé la production des épuration et des liquéficateurs CO<sub>2</sub>. La nature artisanale de la production actuelle dans l’industrie entraîne des variabilités dans la qualité et l’efficacité des épuration fabriqués. Les contraintes de sécurité, les normes environnementales strictes et variées d’un pays à un autre, et les exigences spécifiques des clients ajoutent une couche supplémentaire de complexité. Par conséquent, transformer ce processus de production, actuellement artisanal, pour en faire un processus plus standardisé et efficace tout en respectant toutes les contraintes demeure un défi majeur. Ainsi, les verrous scientifiques de cette thèse sont :

- Comment standardiser et organiser une ligne de production d'épurateurs de biogaz et de liquéfacteurs de CO<sub>2</sub> ?
- Quels types d'ateliers sont les plus adéquats pour optimiser la performance d'une ligne de production d'équipements pour la filière biogaz ?
- Comment rendre la ligne de production flexible pour s'adapter aux différents standards d'équipements de la filière biogaz (liés aux choix de clients, contraintes de procédés, environnementales et de sécurité, normes des pays) ?

### **Objectif de la thèse**

L'objectif principal de cette thèse est de développer des approches systématiques pour optimiser la production d'équipements biogaz dans la nouvelle ligne d'assemblage pilote. Plus précisément, il s'agira de :

- Cartographier les processus actuels de production pour identifier les inefficacités et les points de blocage.
- Étudier les différentes configurations de l'atelier de production afin de choisir la plus adéquate
- Développer un modèle de simulation capable de reproduire fidèlement la ligne de production existante et les potentielles lignes en fonction des configurations choisies.
- Proposer et tester des méthodes d'optimisation pour améliorer les indicateurs de performance clés, tels que le temps de cycle, le coût de production, et la qualité du produit fini.
- Intégrer les contraintes spécifiques à l'industrie du biogaz, y compris les exigences de sécurité, les normes environnementales, et les spécifications techniques des différents standards de l'épurateur.

### **Méthodologie et calendrier de la thèse**

Comme une première étape de ce projet, un état de l'art des travaux connexes au problème sera réalisé. En particulier, l'état de l'art de standardisation de processus de production dans l'industrie de biogaz sera analysé. Ensuite, des outils d'aide à la décision pour la gestion optimisée de la production seront développés. Ils peuvent être basés sur des méthodes analytiques et/ou sur des modèles de simulation à événements discrets en utilisant des logiciels de simulation comme Flexsim.

L'étape suivante sera de développer des algorithmes d'optimisation efficaces afin de proposer des modèles d'aide à la décision efficaces en prenant en considérations différents objectifs et contraintes. Ces méthodes peuvent être de nature exacte ou approchée.

Tout au long du projet, la mise en place et l'application des différentes techniques développées seront effectuées sur des configurations réelles pouvant être mises à disposition par Prodeval. Il s'agira d'une étape cruciale, effectuée tout au long du projet et permettant de valider et d'améliorer les outils d'aide à la décision proposée.

L'échéancier exact dépendra évidemment des résultats obtenus et des obstacles rencontrés. Dans les grandes lignes, on peut définir les étapes suivantes, à partir de la date de début D :

- De D à D+6 mois : faire une étude bibliographique des travaux existants dans la littérature pour l'industrialisation et l'optimisation de la production des épurateurs de biogaz.
- De D+6 à D+12 : définition d'une typologie de problèmes combinant les deux niveaux de décision tactique et opérationnel, spécification des hypothèses couvrant des cas réels, recherche et études de voies de résolution possibles.
- De D+12 à D+24 : représentation et modélisation mathématiques du problème ainsi identifié. L'accent sera mis sur des approches de modélisation et d'optimisation à caractère dynamique.
- De D+12 à D+30 : développement de méthodes et modèles de simulation et d'optimisation pour identifier la ou les meilleures configurations.
- De D+24 à D+36 : perfectionnement des méthodes, réalisation de tests si possible sur des données réelles issues de nos collaborations avec des partenaires industriels locaux.

### Profil recherché

Nous recherchons un-e candidat-e, en fin de cursus Master ou Ingénieur, motivé-e et doté-e des compétences suivantes :

- Connaissances approfondies en gestion et optimisation de production
- Compétences en informatique décisionnelle, notamment dans l'utilisation d'outils de simulation et de modélisation.
- Des connaissances sur le domaine du biogaz ou des domaines proches sont appréciées
- Maîtrise de la langue française et de l'anglais scientifique.

### Candidature

Les candidatures doivent être envoyées à Taha ARBAOUI ([taha.arbaoui@insa-lyon.fr](mailto:taha.arbaoui@insa-lyon.fr)), Tao WANG ([tao.wang@univ-st-etienne.fr](mailto:tao.wang@univ-st-etienne.fr)) et Sylvain TOUCHARD ([sylvain.touchard@univ-lyon2.fr](mailto:sylvain.touchard@univ-lyon2.fr)).

Le dossier de candidature doit inclure :

- Curriculum Vitae
- Lettre de motivation contenant l'adéquation du profil avec le sujet de thèse
- Relevés de notes des deux dernières années
- Lettres de recommandations (optionnelles)

Les candidatures doivent être envoyées avant le **7 juillet 2024**. Le processus de sélection aura lieu pendant la deuxième moitié du mois de juillet.

### Modalités pratiques

Durée de la thèse : 36 mois à partir d'octobre 2024

Lieu de la thèse : Valence (Prodeval), Lyon (INSA Lyon, DISP)

Encadrement : Le candidat sera encadré par Antoine CLERC (PRODEVAL), Sébastien CERISE (AVENTECH), Taha ARBAOUI (DISP), Tao WANG (DISP) et Sylvain TOUCHARD (DISP).