

Lhyfe - Production d'hydrogène renouvelable

Stage : Optimisation de la production et de la livraison d'hydrogène renouvelable sous incertitudes H/F – CDI – Nantes (44)

- Tu as envie de t'engager au quotidien pour **un projet qui a du sens** ?
- Tu es convaincu(e) de la **pertinence de l'hydrogène** comme solution dans la transition énergétique ?
- Tu souhaites intégrer une équipe **aux valeurs humaines et environnementales** qui rayonne à l'international ?

Fondée en 2017, Lhyfe conçoit, développe et opère des sites industriels de production d'hydrogène vert renouvelable.

Spécificité de notre Hydrogène : pour le produire, nous n'émettons pas de CO2.

Mieux : nous émettons de l'oxygène. Et l'oxygène, c'est la vie.

Nous œuvrons au quotidien pour que la production de notre hydrogène ait un impact positif sur l'environnement mais aussi sur les territoires.

Tu souhaites être un acteur de ce projet social et environnemental ? Rejoins-nous !

Nous recherchons un(e) « **Stagiaire en contrôle et optimisation sous incertitudes (H/F)** ».

Tes principales missions :

Au sein du bureau d'études, ton travail consistera à établir des modèles mathématiques permettant de prendre en compte l'incertitude de nos process industriels de la production et de la livraison d'hydrogène renouvelable.

Des méthodes de la programmation stochastique ainsi que l'optimisation dirigée par les données peuvent être envisagées. Le recours à des méthodes méta-heuristiques peut également avoir lieu si la taille des instances traitées s'avère extrêmement grande. Tes missions seront notamment :

- Analyser la littérature en Recherche Opérationnelle sur les aspects liés à l'optimisation de production et de livraison d'hydrogène
- Bien comprendre et analyser le problème posé par Lhyfe
- Proposer un modèle mathématique décrivant le contexte de l'entreprise et développer une ou des méthodes de résolution appropriées pour résoudre la problématique

Pour plus d'informations sur nos process industriels et les incertitudes liées, un document descriptif peut être mis à ta disposition.

Les atouts du poste :

- Être au cœur de notre activité sur les sites de production
- Evoluer à travers des projets à l'international
- Opportunité de participer à une aventure collective avec un fort impact social et environnemental
- Equipe dynamique
- Canaux de décisions courts
- Possibilité d'être force de proposition

Compétences et qualités :

Etant étudiant(e) en Master 2 en informatique, recherche opérationnelle ou génie industriel, tu disposes de solides compétences en :

- Programmation C, C++, JAVA ou Python
- Bon niveau de français à l'écrit et à l'oral

La maîtrise des solveurs commerciaux comme CPLEX ou GUROBI serait un véritable plus.

Nous apprécierons particulièrement chez toi :

- Ton esprit rationnel, méthodique et de synthèse
- Ta capacité d'adaptation, d'exactitude et de rigueur
- Ton sens du travail en équipe et ton ouverture d'esprit
- Ton engagement et ta curiosité afin d'être force de proposition

Le candidat(e) retenu(e) sera employé(e) par Lhyfe pour un stage de 6 mois mais aura vocation à collaborer avec l'équipe MODELIS (Modélisation, Optimisation et Décision pour la Logistique, l'Industrie et les Services) du laboratoire LS2N (UMR CNRS 6004) à Nantes.

La période souhaitée du stage est idéalement de 5-6 mois de février jusqu'à fin juin/début juillet 2022.

Conseil aux candidats :

« L'esprit d'équipe et l'engagement pour le projet sont fondamentaux. Nous recherchons avant tout une personne avec une forte capacité d'adaptation, curieuse et pro-active. Quelqu'un qui, convaincu par l'impact que peut avoir notre projet sur le Monde de demain, saura s'investir dans cette aventure humaine, avec l'envie de s'engager dans le développement de l'entreprise. » Matthieu Guesné, CEO

PROCESS DE RECRUTEMENT :

Si cette offre et son environnement te correspondent, n'hésite pas à postuler en envoyant ton CV à :
nele.bocker@lhyfe.com

N'oublie pas de préciser dans l'objet le nom du stage :

« Stage en contrôle et optimisation sous incertitudes »

> Si ta candidature est retenue, un entretien en présentiel ou en visio te sera proposé suivi d'une rencontre avec l'équipe afin de répondre à tes nombreuses questions !



PROPOSITION DE SUJET DE STAGE 2022

Optimisation de la production et de la livraison d'hydrogène vert sous incertitudes

Profil : Recherche Opérationnelle – Optimisation Stochastique

L'entreprise Lhyfe

Fondée en 2017 et basée à Nantes, l'entreprise *Lhyfe* est un producteur et fournisseur d'hydrogène renouvelable pour la mobilité et l'industrie.

Nos sites de production permettent d'accéder à l'hydrogène en quantités importantes et d'entrer dans un modèle énergétique orienté vers le bénéfice environnemental.

Spécificité de notre Hydrogène : pour le produire, nous n'émettons pas de CO₂.

Mieux : nous émettons de l'oxygène. Et l'oxygène, c'est la vie.

Nous œuvrons au quotidien pour que la production de notre hydrogène ait un impact positif sur l'environnement mais aussi sur les territoires.

Descriptif du sujet de stage

Le principe de production d'hydrogène vert, pratiqué par l'entreprise *Lhyfe*, consiste à utiliser l'électricité fournie par des éoliennes off-shore en mer sur des sites de production situés, quant à eux, à proximité sur la côte terrestre.

La production d'hydrogène renouvelable est contrainte par la disponibilité du vent en mer et sa vitesse ainsi que le besoin d'assurer l'approvisionnement en hydrogène des clients. Chez *Lhyfe*, le but principal est de produire l'hydrogène au coût le plus bas possible tout en s'approvisionnant en électricité renouvelable et en offrant une grande disponibilité en H₂ à ses clients.

La demande des clients et la disponibilité de l'énergie renouvelable sont toutes deux difficiles à prévoir sur des horizons temporels longs et les prédictions sont entachées d'erreurs qui amènent à des pertes de chances voire une impossibilité à assurer la continuité de l'approvisionnement des clients en hydrogène. De plus, l'hydrogène est difficile à stocker, et des containers spéciaux sont utilisés pour livrer les clients. Ces containers jouent un rôle central, car les sites de production et les clients ne disposent pas de capacités de stockage suffisantes en dehors de ces containers.

Pour minimiser les coûts de production et de livraison, il s'agit d'optimiser toute la chaîne de valeur allant du contrôle de l'usine de production, du stockage et de la livraison chez les clients. L'objectif de ce stage est de concevoir des méthodes d'optimisation permettant rendre tout le processus de

production et de livraison le plus robuste possible aux incertitudes liées à la capacité de production des éoliennes (en raison des conditions météorologiques) et aux consommations des clients.

Le contrôle de la production s'appuie sur la planification d'un horizon de quelques heures de consignes de fonctionnement macroscopique de l'usine. Cette dernière est ensuite mise en œuvre par les automates qui commandent l'usine en temps réel (plus d'information sur ces dispositifs peut être trouvée sur en.wikipedia.org/wiki/Distributed_control_system). Cette planification permet d'assurer le bon remplissage des containers de livraison tout en assurant l'utilisation maximale des sources énergétiques.

Le bon contrôle permet de définir des plannings de livraison de containers en fonction des consommations de clients prévues, de l'état des stocks et des besoins de disponibilités de containers en usine de production. Cette planification s'opère sur plusieurs jours jusqu'à plusieurs semaines.

Les deux problèmes se posent à des échelles temporelles différentes mais sont couplés via les besoins de stockage de l'usine qui s'imposent à la planification de la livraison, et la nécessité de garantir la continuité de l'approvisionnement énergétique des clients, qui à son tour s'impose à la planification de la production.

Le travail du stagiaire consistera à établir des modèles mathématiques permettant de prendre en compte l'incertitude décrite plus haut. Des méthodes de la programmation stochastique ainsi que l'optimisation dirigée par les données peuvent être envisagées. Le recours à des méthodes méta-heuristiques peut également avoir lieu si la taille des instances traitées s'avère à être extrêmement grande.

Le planning prévisionnel du stage comporte les étapes suivantes :

- Analyse de la littérature en Recherche Opérationnelle sur les aspects liés à l'optimisation de production et de livraison d'hydrogène.
- Bien comprendre et analyser le problème posé par l'entreprise *Lhyfe*.
- Proposer un modèle mathématique décrivant le contexte de l'entreprise et développer une ou des méthodes de résolution appropriées pour résoudre ce problème.

Le candidat(e) retenu(e) sera employé(e) par l'entreprise *Lhyfe*, mais aura vocation à collaborer avec l'équipe MODELIS (Modélisation, Optimisation et Décision pour la Logistique, l'Industrie et les Services) du laboratoire LS2N (UMR CNRS 6004) à Nantes. La période souhaitée du stage est de 5-6 mois et idéalement du 01 février 2022 au 30 juin/31 juillet 2022.

Le candidat(e) recherché(e) devra avoir de solides compétences en programmation C, C++, JAVA, Julia ou bien Python ainsi qu'un bon niveau de français à l'écrit et à l'oral. La maîtrise des solveurs commerciaux comme CPLEX ou GUROBI serait un vrai plus. Il ou elle devra être étudiant(e) en dernière année d'études en informatique, recherche opérationnelle ou génie industrie.

Références :

[1] **Bendali, F., Mole Kamga, E., Mailfert, J., Quilliot, A. and Toussaint, H.** 2021. Synchronizing energy production and vehicle routing. *RAIRO - Operations Research* 55(4): 2141-2163.

[2] **Woo, Y.-B. and Kim, B.S.** 2019. A genetic algorithm-based metaheuristic for hydrogen supply chain network problem with two transportation modes and replenishment cycles. *Computers & Industrial Engineering* 127: 981-997.

[3] **Kang, J.E. and Recker, W.** 2015. Strategic hydrogen refueling station locations with scheduling and routing considerations of individual vehicles. *Transportation Science* 49(4): 767-783.