

Sujet de stage : **Etude expérimentale de l'impact du retrait de l'eau sur le rendement en e-SAF (Sustainable Aviation Fuels).**

Contexte

Dans le cadre de la transition énergétique du secteur aérien, la production de carburants d'aviation durables (SAF) représente un enjeu stratégique majeur. La réglementation européenne Re-Fuel EU Aviation impose une incorporation progressive et obligatoire de SAF dans les carburants utilisés pour l'aviation, et en particulier de e-SAF.

Une des voies de production d'e-SAF se base sur la conversion directe de CO_2 et d'hydrogène issue d'électrolyse de l'eau. Cette voie de synthèse, encore très peu mature, présente une problématique importante : le rendement en hydrocarbures ayant la longueur de chaîne compatible avec les combustibles d'aviation (entre 8 et 16 atomes de carbone) est très faible, en raison des basses conversions et sélectivités obtenues.

Cette synthèse inclut deux étapes de réaction :

- Réaction de Reverse Water-Gas Shift (RWGS) : $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
- Réaction de Fischer-Tropsch (FT) : $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \frac{1}{n}(-\text{CH}_2)_n + \text{H}_2\text{O}$

Ces deux étapes de réaction produisent de l'eau qui peut limiter l'avancement de la réaction pour deux raisons : d'une part, la réaction RWGS est limitée par l'équilibre thermodynamique et la production d'eau contribue à atteindre cet équilibre ; d'autre part, l'eau peut accélérer la désactivation du catalyseur. [1]

Il semble donc que le retrait de l'eau produite pendant la réaction pourrait avoir un effet bénéfique sur les performances : d'un côté, ça contribue à déplacer l'équilibre de la RWGS vers une conversion de CO_2 plus élevée ; de l'autre, ça permet de ralentir la désactivation du catalyseur. Si cela a déjà été démontré par des études de simulation [2], aucune étude expérimentale existe pour démontrer l'impact réel du retrait de l'eau sur la conversion, ainsi que sur la sélectivité.

Objectifs et déroulement du stage

Le sujet du stage porte donc sur la compréhension de l'effet du retrait de l'eau sur la conversion et la sélectivité de la réaction, par une étude expérimentale. Afin d'évaluer ces effets, plusieurs catalyseurs seront caractérisés dans un réacteur tubulaire, en simulant expérimentalement le retrait d'eau. Ces essais permettront de comprendre si, et comment, la sélectivité de la réaction est déplacée par le retrait de l'eau.

Le stage se déroulera au CEA/LITEN à Grenoble, au sein du Laboratoire Réacteurs et Procédés, dans le cadre d'un projet avec un partenaire industriel.

[1] Z. Li et al., Chem. Eng. J., vol. 420, p. 129834, 2021, doi: 10.1016/j.cej.2021.129834.

[2] S. Najari et al., Int. J. Hydrog. Energy, vol. 44, no. 45, 2019, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.07.159.

Le stage comprendra les étapes suivantes :

- Réaliser un état de l'art sur le rôle de l'eau et les effets de son retrait pour la conversion de CO₂ sur des catalyseurs à base de fer
- Contribuer à la définition d'un plan de tests expérimentaux permettant d'étudier l'impact du retrait de l'eau sur la sélectivité et la conversion, dans une gamme de conditions opératoires suffisamment large
- Réaliser les essais expérimentaux définis, pour différents catalyseurs, avec et sans retrait d'eau
- Analyser les échantillons gazeux et liquides (par gaz-chromatographie) et interpréter les résultats

Compétences demandées

Compétences Scientifiques :

- Génie des procédés/génie chimique
- Manipulation de réacteurs catalytiques et catalyseurs solides
- Manipulation de produits chimiques liquides (hydrocarbures)
- Manipulation de gaz sous pression

Une expérience préalable sur des projets expérimentaux et une connaissance des méthodes analytiques (GC) seront un plus.

Qualités comportementales :

- Esprit critique, capacité à analyser et résumer les résultats
- Rigueur, autonomie
- Sens du relationnel

Stage de fin d'étude d'école d'ingénieur ou de master 2ème année, option génie chimique / des procédés. Durée de 6 mois à partir de mars 2026. Le stage ouvrira une indemnisation selon les grilles en vigueur au CEA.

Contacts

Carlotta Panzone : carlotta.panzone@cea.fr

Alban Chappaz : alban.chappaz@cea.fr