

## Analyse d'une machine thermique multifonctionnelle (froid, électricité et stockage)

**Niveau :** Formation BAC+5 (Master ou Ingénieur)

### Contexte

Ce stage s'inscrit dans des enjeux énergétiques importants et d'actualité : la valorisation de chaleurs basse température (telles que l'énorme gisement de rejets thermiques industriels, l'énergie solaire basse concentration...), la problématique du stockage pour gérer les fluctuations à la fois des sources et des demandes énergétiques, et la demande croissante en électricité et en froid.

Pour répondre à ces problématiques, le laboratoire a défini un procédé thermodynamique innovant intégrant une cogénération de froid et d'électricité associé à une fonction stockage d'énergie.

Ce procédé combine un procédé à sorption thermo-chimique, qui assure la production de froid et la fonction de stockage et un organe de détente pour la production d'électricité (fig. 1). Le procédé thermo-chimique, bien connu au laboratoire, permet de produire les effets endo ou exothermiques grâce à un changement d'état liquide/gaz dans un évaporateur/condenseur et une réaction chimique solide/gaz dans un réacteur thermo-chimique. L'organe de détente utilise les flux de gaz entre ces composants pour générer un travail mécanique.

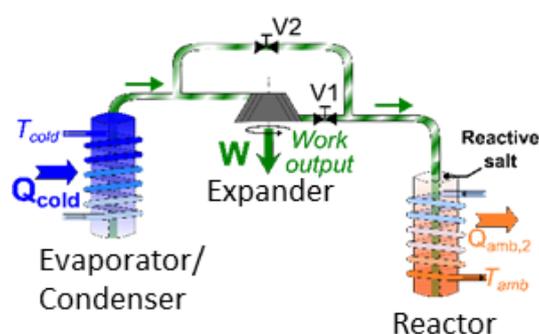


Figure 1. Représentation schématique d'un procédé thermo-chimique hybride multifonctionnel incluant un organe de détente (expander)

L'originalité d'un tel procédé appelé 'hybride' se situe dans l'architecture du procédé globale et dans les couplages entre composants, ces composants étant eux-mêmes relativement bien connus.

Les verrous scientifiques se situent ainsi dans la compréhension et le contrôle des interactions entre les composants (spécifiquement l'organe de détente et le réacteur), l'adéquation de leurs modes opératoires, et l'optimisation des performances du procédé hybride global.

Actuellement, les travaux du laboratoire ont permis d'analyser leurs performances thermodynamiques de plusieurs architectures de cycles hybrides en régime stationnaire. Un modèle dynamique a été développé pour analyser le comportement de ce système au cours des cycles de stockage et de déstockage. Enfin, un prototype a été défini et est actuellement opérationnel pour analyser expérimentalement ce concept de cycle hybride.

Pour approfondir ces travaux, il est maintenant indispensable de réaliser des expérimentations sur le prototype dans différentes conditions opératoires, de confronter notre modèle dynamique à cette expérimentation, d'analyser le fonctionnement et les performances de ces cycles hybrides et d'envisager des voies d'optimisation.

Le stage de master II proposé s'inscrit dans ce programme global, et sera plus particulièrement focalisé sur l'analyse et les performances de l'organe de détente.

**Programme du stage :**

- 1- ce stage débutera classiquement par une phase d'apprentissage des acquis du laboratoire sur ces systèmes hybrides.
- 2- Expérimentations : le ou la stagiaire participera aux campagnes expérimentales, avec une attention particulière aux conditions de fonctionnement de l'organe de détente.
- 3- Modélisation et simulation numérique : le ou la stagiaire se familiarisera avec l'outil de simulation dynamique existant. Sur la base des résultats expérimentaux, il ou elle analysera la validité du modèle, et identifiera les paramètres caractéristiques. Des modèles plus complets d'organes de détente disponibles dans la littérature seront éventuellement testés. L'objectif étant de déterminer un modèle d'organe de détente représentatif, mais de complexité modérée pour l'intégrer dans le modèle global de cycle hybride.
- 4- Voies d'optimisation : analyse thermodynamique, identification des principales irréversibilités

L'ensemble de ces tâches sera réalisé en étroite collaboration avec l'équipe et particulièrement avec le doctorant impliqué dans ce projet.

**Profil du/de la candidat(e) :** Niveau BAC+5 (Master ou Ingénieur). Le ou la candidat(e) devra avoir une solide formation en énergétique (thermodynamique appliquée, transferts). Un attrait à la fois pour les aspects numériques et expérimentaux est nécessaire. Une connaissance du langage de programmation Python sera appréciée.

**Conditions du stage :**

**Localisation :** Laboratoire PROMES – Site de Perpignan.

**Démarrage :** Janvier/février 2023, sous la gratification forfaitaire en vigueur ( $\approx$  590 €/mois)

**Candidature :** Les lettres de candidature devront être accompagnées d'un CV et adressées à Maxime Perier-Muzet [maxime.perier-muzet@univ-perp.fr](mailto:maxime.perier-muzet@univ-perp.fr) et Nathalie Mazet [mazet@univ-perp.fr](mailto:mazet@univ-perp.fr) avant le 18 novembre 2022.

**Références sur les cycles hybrides**

- Wang L, Ziegler F, Roskilly A.P, Wang R, Wang Y, A resorption cycle for the cogeneration of electricity and refrigeration, Applied Energy 2013 ;106
- Godefroy A, Perier-Muzet M, Neveu P, Mazet N. Hybrid thermochemical cycles for low-grade heat storage and conversion into cold and/or power, Energy Conversion and Management 2020;255