

## **Développement d'un modèle adapté de système de stockage de chaleur thermochimique**

Mots clefs : Stockage de chaleur, réaction chimique, PGD, POD, modélisation numérique

---

Equipe encadrante :

Kévyn JOHANNES – Maitre de Conférences HDR au CETHIL / Université Lyon 1

Modélisation numérique des systèmes de stockage d'énergie

Etienne VERGNAULT – Maitre de Conférences au CETHIL / Université Lyon 1

Méthodes numériques avancées pour la modélisation physique

---

Sujet de la thèse

Contexte :

Dans les contextes de changement climatique et de densification urbaine, la problématique de la réduction des consommations d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> sont deux enjeux essentiels pour notre développement. Le recours aux énergies renouvelables à la fois en rase campagne mais en ville également semble être une évidence afin de réduire nos consommations d'énergie. Néanmoins ce recours massif aux énergies renouvelables n'est pas sans poser de problème aux gestionnaires des réseaux qui voient affluer soudainement des pics de production très importants qu'il faut gérer de façon optimale. Faut-il autoconsommer, revendre au réseau ou stocker ? Les réponses sont loin d'être évidentes et dépendront du contexte local, du coût de l'énergie à l'instant t, ... Il semble donc nécessaire, si l'on veut réduire nos consommations d'énergie, de rationaliser son utilisation voire de l'optimiser dans le temps en anticipant de futures conditions météorologiques, en évaluant la consommation d'énergie des bâtiments à l'échelle d'une ville par exemple voire en échangeant des flux énergétiques entre les différents bâtiments producteurs d'un côté et consommateurs de l'autre.

Dans ce contexte le thème Thermique et Energétique du Bâtiment du laboratoire CETHIL - <https://cethyl.insa-lyon.fr/fr/content/thermique-et-energetique-batiments-et-de-leur-environnement> - développe des modèles numériques multi-physiques et multi-échelles afin de rendre compte des différentes interactions entre les bâtiments et de leurs interactions avec les systèmes d'énergie renouvelable ou de stockage de l'énergie. Une plateforme numérique MODEM a été développé sur la base de modèles réduits. Il est par conséquent possible de simuler la demande énergétique de plusieurs milliers de bâtiments ainsi que les appels de puissances. Il manque toutefois des briques élémentaires afin de prévoir les interactions entre bâtiments et systèmes. En particulier il nous manque actuellement des modèles de stockage de l'énergie basé sur la thermochimie. Le thème

dispose de modèles détaillés codés sur la base d'équations physiques. Ces derniers permettent en particulier de comprendre les phénomènes mis en jeu lors des transferts de chaleur et de masse au sein des réacteurs. Malheureusement ils sont incompatibles avec une utilisation dans la plateforme MODEM, de par la finesse de résolution et le temps de calcul requis. Il est par conséquent nécessaire de développer des modèles adaptés de ces systèmes de stockage.

Sujet de la thèse :

La problématique scientifique de la thèse réside dans le **développement d'un modèle numérique d'un système de stockage de chaleur thermochimique adapté** à l'utilisation dans la plateforme MODEM. Un système de stockage thermochimique se compose d'un réacteur de chaleur dans lequel sont disposés les matériaux nécessaires à la réaction exo/endothémique formant très souvent un milieu poreux. Un flux d'air est admis en entrée du réacteur puis la réaction chimique ou par adsorption physique prend place au sein du lit poreux afin de réchauffer l'air en sortie du réacteur (phase de déstockage de l'énergie). Les transferts de masse et de chaleur couplés sont très fortement non linéaires. Cette forte non linéarité représente l'un des verrous prioritaires à lever lors du développement du modèle réduit. A ce stade nous envisageons de développer un modèle réduit sur la base de la PGD (Proper Generalized Decomposition) mais le choix définitif reste ouvert.

Il sera donc demandé au candidat de faire une étude bibliographique sur les types de méthodes de réduction de modèle afin de justifier l'éventuel usage de la PGD. Le doctorant aura à charge de développer le modèle réduit basé sur la méthode choisie, de le valider soit par confrontation à des résultats issus de nos modèles numériques détaillés, soit à partir de résultats expérimentaux. Enfin, il devra tester le couplage du modèle sur la plateforme MODEM.

Prérequis :

Nous attendons un candidat, titulaire d'un bac+5 ou sur le point de l'obtenir, avec de solides compétences en mathématiques appliquées et un goût prononcé pour les méthodes numériques et la modélisation. Un niveau B2 en anglais est également souhaité. Une connaissance des transferts de chaleur et de masse serait un point positif.

Financement :

Le sujet ainsi que le candidat seront proposés pour une bourse ministère, qui n'est à l'heure actuelle pas acquise. Le candidat devra présenter devant une commission son sujet de recherche de Master ainsi que son sujet de thèse de doctorat. A l'issue de cette audition, le candidat sera informé de son financement.

Durée des travaux : 3 ans, début au 01/10/2021

Procédure de candidature : Transmettre par e-mail, votre CV, votre lettre de motivation, ainsi que des références à contacter à [kevyn.johannes@insa-lyon.fr](mailto:kevyn.johannes@insa-lyon.fr) avant le 23/04/2021