

## Sujet de Thèse

# Modélisation thermodynamique et dimensionnement 4<sup>E</sup> d'une batterie de Carnot. Application aux bâtiments et réseaux

### Lieu

CETHIL (CNRS - INSA Lyon - UCBL), Villeurbanne, France

### Contexte de l'étude :

Afin d'encourager la décarbonation et promouvoir les sources d'énergie renouvelable dans tous les secteurs industriels, le développement de systèmes de stockage d'énergie efficaces est essentiel. Dans ce contexte, l'INSA LYON souhaite développer une plateforme expérimentale de référence – GRID4MOBILITY – associant différents systèmes d'énergie renouvelable, de stockage d'énergie, de production électrique et même de mobilité électrique.

Parmi les technologies de stockage d'électricité à grande échelle les batteries de Carnot présentent un grand intérêt. Leur principe de fonctionnement repose sur le stockage de l'électricité sous forme d'énergie thermique. La phase de charge est effectuée par un cycle de pompe à chaleur (conversion d'électricité en chaleur), et la phase de décharge est réalisée à l'aide d'un moteur thermique (cycle de Rankine par exemple qui permet de convertir la chaleur en électricité).

Les batteries de Carnot représentent une solution viable pour stocker l'électricité générée par les sources d'énergie renouvelable intermittentes sur le réseau. En outre, les réservoirs de chaleur voire de froid qui leur sont associés peuvent être exploités pour diverses applications, telles que les réseaux de chaleur ou le refroidissement des centres de données. L'objectif à terme est donc de développer un prototype expérimental d'une batterie Carnot. Cependant un travail préalable de modélisation est nécessaire avant d'aboutir à la mise en place d'un tel système ; travail qui fait l'objet de ce sujet de thèse.

### Travail envisagé :

Le doctorant devra dans un premier temps effectuer une analyse bibliographique des systèmes de stockage de l'énergie. Il se focalisera en particulier sur la batterie Carnot et la batterie électrochimique ; cette dernière servira de système de référence.

Dans un deuxième temps, le doctorant devra modéliser en 0D et en 1D le système global faisant intervenir l'ensemble des composants : pompe à chaleur, stockage de chaleur thermochimique, cycle organique de Rankine (ORC). Une analyse de sensibilité sera alors menée afin de mieux comprendre l'impact des différentes grandeurs thermodynamiques sur l'efficacité globale du procédé.

Dans un troisième et dernier temps, l'application bâtiment envisagée sera définie. Elle reposera en outre sur le projet GRID4MOBILITY qui regroupe un bâtiment muni de

différents supports expérimentaux. Ce cadre servira alors au dimensionnement de la batterie Carnot qui sera issue du modèle numérique développé dans la partie précédente. Ce dimensionnement se fera notamment au travers d'une analyse 4<sup>E</sup>: Energétique, Exergétique, Environnementale et Economique. La batterie electrochimique servira de point de référence dans cette analyse.

Encadrement : Pr. Rémi Revellin et Pr. Kévyn Johannes appartiennent tous les deux au CETHIL (Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon).

Mots clés :

Thermodynamique ; stockage d'énergie ; changement de phase ; transfert de chaleur

Financement : Allocation de Thèse pouvant être financée par une allocation du Ministère de la Recherche. Début de thèse prévu pour septembre ou octobre 2024.

Profil recherché : Le candidat, diplômé d'un Master (ou diplôme d'ingénieur), doit avoir de bonnes connaissances en thermodynamique, transfert de chaleur et mécanique des fluides et avoir une appétence pour la modélisation. Une première expérience en recherche sera appréciée.

Procédure :

Transmettre par e-mail votre CV, vos notes de L3, M1 et M2 ainsi que votre lettre de motivation avant le 30 avril.

Contact : Kévyn Johannes [kevyn.johannes@insa-lyon.fr](mailto:kevyn.johannes@insa-lyon.fr)