

1- Wassim JOUNI

Titre : Vers l'électrification de l'industrie : Optimisation de la production flexible de chaleur et de froid

DT : Assaad Zoughaib

CIFRE EDF

Contexte et enjeux

Face aux enjeux de la transition énergétique et à un secteur Industrie qui représente plus de 20% des consommations énergétiques de la France, l'accompagnement des acteurs industriels dans leurs efforts de réduction des émissions de CO₂ (et de réduction des consommations d'énergie est essentiel). La décarbonation de l'industrie est un enjeu majeur pour l'atteinte de la neutralité carbone en France à long terme et l'électrification peut jouer un rôle clé pour y parvenir. L'industrie mais aussi les bâtiments tertiaires font appel à des utilités produisant de la chaleur et du froid. Si le froid est majoritairement produit avec des systèmes thermodynamiques à compression de vapeur, la chaleur est souvent produite par combustion d'énergies fossiles émettant du carbone.

L'intégration des pompes à chaleur qui valorisent la chaleur fatale du procédé et/ou la chaleur émise par les condenseurs des groupes de réfrigération a été démontrée comme un moyen puissant d'accroître l'efficacité énergétique de ces procédés et de les décarboner notamment quand l'électricité consommée génère peu de carbone lors de sa production ; d'autant plus qu'elle est compatible en température avec de l'énergie solaire qui permettrait d'augmenter la part renouvelable dans le procédé.

Objectifs scientifiques

Cependant, la conception et la flexibilisation d'une production couplée de chaud et de froid avec une variabilité dans le procédé et une intermittence des sources de chaleur renouvelable posent un problème méthodologique et technologique.

Cette thèse propose de répondre aux problématiques évoquées en développant une méthodologie capable d'aider à la conception d'utilités thermodynamiques pour la production de chaleur et de froid sous incertitude en garantissant leur flexibilité et la robustesse de la production industrielle. Ces utilités permettront en effet de tirer parti de la disponibilité des énergies renouvelables locales pour augmenter leur part tout en restant flexibles et opérables, en intégrant un ensemble de systèmes thermodynamiques de pompage de chaleur et des stockages adaptés.

Approche - Méthodes

Pour atteindre cet objectif final, on associera un travail expérimental et un travail numérique :

- La construction d'un pilote de démonstration se fera en utilisant les outils et les méthodes de conception actuellement développées dans les équipes du CES et d'EDF R&D. Ce pilote servira à valider expérimentalement les performances attendues d'un tel système d'utilités mais aussi à comprendre les limites des méthodes de conception actuelles vis-à-vis de l'incertitude sur les sources d'ENR locales.
- Les limites mises en lumière par les travaux expérimentaux serviront de base pour le développement de modèle d'optimisation sous incertitude basé sur des méthodologies d'intégration multi-énergies : chaleur, électricité, énergies renouvelables et de récupération (EnR&R).

Résultats attendus

Un banc d'essai incluant l'ensemble d'utilités thermodynamiques et leur stockages fournissant un procédé virtuel ainsi que des sources intermittentes. Une méthodologie de conception optimale sous incertitudes de ce type de procédé.