

Optimisation multi-énergie pour la décarbonation de l'industrie

Démarrage prévu Automne 2022

Contexte de la thèse

Les conclusions récentes émises par l'Agence Internationale de l'Energie pour atteindre l'objectif de neutralité carbone à horizon 2050 montrent notamment un besoin d'investissements massifs dans le domaine des énergies propres et des réseaux énergétiques (électriques, gaz et thermiques). La décarbonation de secteur industriel est un des leviers importants et c'est pour cela que la France l'a intégré dans son quatrième Programme d'investissements d'avenir (PIA4) via un programme prioritaire de recherche (PEPR). La thèse s'inscrit donc dans le cadre du projet PEPR ACT-4-IE (A systemiC and Territorial approach to decarbonize activity areas with Industrial Ecology) dont l'objectif est de développer une approche systémique pour décarboner les zones industrielles en favorisant les symbioses multi-flux locales. Ce projet implique plusieurs partenaires académiques complémentaires : le laboratoire de Génie Chimique (LGC), le laboratoire de GENie des Procédés Environnement – Agroalimentaire (GEPEA), le laboratoire de Génie Electrique de Grenoble (G2Elab), le laboratoire lorrain de recherche en informatique et application (LORIA) et l'IFP Energies nouvelles (IFPEN).

Mots clés : multiréseaux, multiflux, modélisation de systèmes de systèmes, optimisation, eco-park industriels

Objectifs et structuration de la thèse

La thèse a pour objectif de développer une méthodologie de planification multi-énergie via une optimisation systémique multi-objectifs sous contraintes permettant de définir des stratégies optimales de décarbonation de l'industrie et des systèmes énergétiques auxquelles elle est raccordée (réseau électrique, réseau de chaleur et éventuellement réseau de gaz). Ces stratégies consisteront à définir (i) les choix technologiques optimaux propres aux différents réseaux/vecteurs énergétiques et les technologies d'interfaçage comme, par exemple, les pompes à chaleur et les électrolyseurs ; (ii) le mode de gestion des flux énergétiques permettant d'optimiser la gestion du ou des sites industriels ; (iii) (selon avancement des autres points) l'architecture et le mode distribution électrique du site voire du réseau auquel il est raccordé (AC versus DC).

Pour répondre à ces objectifs, le travail de thèse comportera plusieurs étapes :

- **Une étude bibliographique** permettant de définir les cas d'usages existants et futurs, leur périmètre spatial et temporel et les outils numériques et d'optimisation utilisés. On peut citer les exemples suivants (liste non exhaustive) :
 - *Cas d'usage flexibilité* (de l'échelle du site industriel à l'échelle territoriale) : maximisation de la flexibilité (en termes de puissance électrique effaçable) disponible à tout instant pour la participation à l'équilibre production/consommation des réseaux (court-terme), au report d'investissement sur le réseau électrique auquel il est raccordé (moyen-long terme).
 - *Cas d'usage optimisation multi-énergie et multi-objectifs des échanges réseaux*. Les objectifs de l'optimisation pourront couvrir, par exemple, les enjeux de pilotage, fiabilité, qualité de service...
 - *Intégration de technologies EnR et de stockage favorisant la symbiose locale*.

- **Exploitation des KPIs (Key Performance Indicators)** adaptés (définis en partenariat avec les autres membres du projet : coûts, fiabilité du système global, impacts environnementaux et sociétaux etc.)
- **Modélisation et formulation mathématique du problème en fonction l'horizon temporel et des cas d'usage:** choix des modèles utilisés (des différents réseaux énergétiques ainsi que de leurs interactions, de leurs composants, des technologies existantes et futures etc.), des fonctions objectives et des contraintes. Etant donné le degré d'incertitudes important sur le développement des technologies et sur la production et consommation futurs des usages, une réflexion devra être menée sur les méthodes de prise en compte des incertitudes (approches par scénarios, probabilistes, analyse de sensibilité etc..). Cette réflexion impactera directement les outils d'optimisation qui seront développés par la suite.
- **Développement d'outils d'optimisation :** une analyse bibliographique sur les méthodes d'optimisation permettra de sélectionner la ou les méthodes plus adaptées au problème de planification multi-énergie. Un compromis devra être trouvé entre rapidité de calcul et robustesse des résultats. L'analyse couvrira les différentes familles de méthodes d'optimisation et leur combinaisons éventuelles.
- **Application à des sites industriels/zones territoriales :** les outils de planification développés seront testés et adaptés en lien avec les sites industriels/zones territoriales sélectionnés par les partenaires du projet. L'intérêt des modèles développés seront confrontés au cas de référence classiques de la littérature (ex : MILP) afin de quantifier les bénéfices et impacts.

Connaissances requises

- Modélisation et fonctionnement des réseaux électriques et thermiques (modèles des composants, équations des loadflows, stabilité etc.)
- Des connaissances en optimisation et langages de programmation mathématiques seraient un plus ou à acquérir en début de thèse
- Maîtrise de Matlab ou Python

Compétences requises

- Goût pour la recherche
- Bon niveau de français et d'anglais
- Savoir travailler en équipe

Lieu de travail

Le doctorant sera principalement basé au G2Elab à Grenoble avec des déplacements fréquents au GEPEA à Nantes. Des déplacements en lien avec le projet sont également à prévoir (plénière, séminaires restitutions et conférences).

Type de visa pour les candidats non-européens : Passeport talent-chercheur

Contacts

- Marie-Cecile.Alvarez@g2elab.grenoble-inp.fr (G2Elab)
- bruno.lacarriere@imt-atlantique.fr (GEPEA)