



Université Claude Bernard



# DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **03 septembre 2021**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur ZITTE Bertrand**

Titre de la thèse *Commande distribuée de réseaux de systèmes dynamiques - Application à un réseau d'échangeurs de chaleur à contre-courant*

## Résumé



Le contexte industriel actuel tend à trouver les moyens les plus efficaces pour économiser de l'énergie. Dans cette optique, l'optimisation des réseaux d'échangeurs en temps réel par l'utilisation de lois de commande dynamiques devient une nécessité. Dans ces travaux, notre approche s'appuie sur une représentation compartimentale en dimension finie, des échangeurs de chaleur.

Les principales contributions sur la modélisation concernent une construction itérative des modèles d'échangeurs de chaleur sur la base de l'interconnexion en cascade de blocs élémentaires (un bloc élémentaire correspond à un compartiment sur le flux chaud qui échange de la chaleur avec un compartiment sur le flux froid). Cette approche permet aussi de représenter l'interconnexion en série de deux échangeurs ainsi que les topologies les plus courantes dans les réseaux : les collecteurs et les répartiteurs. Ces deux configurations correspondent respectivement à des interconnexions en parallèle sur les flux d'entrée et de sortie des échangeurs.

Pour la partie commande, nous proposons des lois sur le débit d'entrée du flux chaud, l'autre débit étant supposé fixé. La représentation d'état des échangeurs ou du réseau d'échangeurs conduit à des modèles bilinéaires.

Les contributions en rapport à la commande des échangeurs concernent :

- La stabilisation robuste autour d'un point de fonctionnement d'un échangeur thermique en utilisant la méthode de forwarding sur un modèle à  $n$  blocs. Des simulations utilisant un observateur d'état sont proposées sur un modèle d'échangeurs à trois blocs. Nous utilisons comme mesure la température des deux fluides en sortie de l'échangeur.
- Deux synthèses de commande sont proposées sur une topologie d'échangeurs en parallèle. L'objectif de commande est de maximiser l'énergie totale fournie aux clients. Les synthèses de commande sont basées sur la méthode d'Extremum-Seeking avec un estimateur distribué. Cette dernière partie permet de calculer localement pour chaque agent (dans notre cas, l'échangeur et sa commande) une estimation du critère global à partir des informations

disponibles à son niveau ainsi que celles des voisins comme définis par le graphe de communication. Les synthèses sont basées sur deux scénarii différents du graphe de communication : une commande dans le cas où il est complet et une autre dans le cas où il est connexe. Des simulations sont proposées sur un réseau de trois échangeurs pour le premier scénario et de cinq échangeurs pour le second.

