



## Avis de Soutenance

Monsieur Lei LI

Présentera ses travaux en soutenance

Thèse soutenue le **lundi 18 mai 2020** à 14h00

Lieu : UTBM, Site de Belfort, 12 rue Thierry Mieg, 90010, Belfort Cedex

Salle : H108

Titre des travaux : Conception de la chaîne logistique de l'hydrogène

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 61

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Marie-Ange MANIER

Codirecteur de thèse : Hervé MANIER  HDR  NON HDR

Soutenance :  Publique  A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
Mme Marie-Ange MANIER	MCFHC	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	Directrice de thèse
M. Alain QUILLIOT	Professeur	Université Clermont Auvergne	Rapporteur
Mme Nathalie SAUER	Professeur	Université de Lorraine	Rapporteuse
M. Daniel HISSEL	Professeur	Université Bourgogne - Franche-Comté	Président
M. Hervé MANIER	Maître de conférences	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	Co-directeur de thèse
Mme Caroline PRODHON	Maître de conférences	Université de Technologie de Troyes	Examinatrice

**Mots-clés** : hydrogène, chaîne logistique, conception et optimisation, modèle intégré, planification de tournées,

## Résumé de la thèse (en français) :

Cette thèse contribue au déploiement de l'infrastructure liée à l'énergie renouvelable qu'est l'hydrogène, en proposant de nouvelles stratégies basées sur des approches d'optimisation. Un état de l'art sur la conception de la chaîne logistique de l'hydrogène est préalablement réalisé, et permet d'identifier dans la littérature deux perspectives de recherche. La première concerne la couverture de la chaîne logistique globale, qui n'est pas assurée, d'une part en amont au niveau de la localisation des fournisseurs de matières premières et de l'approvisionnement des centres de production (aspect transport), d'autre part en aval au niveau de la localisation des points de distribution (stations-service) et de leur approvisionnement (transport). Pour intégrer ces composantes, un nouveau modèle de planification est élaboré. Il fusionne les modèles classiques, plus précisément un modèle de HSCND (Hydrogen Supply Chain Network Design) au niveau central, c'est-à-dire au niveau de la production et du stockage, et un modèle de HSRP (Hydrogen Refueling Station Planning) en bout de chaîne, qui considère la distribution. Ce nouveau modèle intègre également la prise en compte des sources d'approvisionnement. Il est exprimé sous forme d'un programme linéaire en nombres entiers mixtes, avec pour objectif la minimisation du coût de l'hydrogène à la pompe (LCOH). Son intérêt est validé par une étude de cas représentant la Franche-Comté en France. La seconde voie explorée est l'intégration des niveaux de décision stratégique et tactique. Il s'agit d'optimiser simultanément la localisation des stations-service et des tournées de ravitaillement de ces stations, en considérant comme actées les décisions prises précédemment depuis les sources d'approvisionnement jusqu'aux centres de production en hydrogène. L'objectif est de maximiser la capture du flux de demande, tout en minimisant le coût quotidien total. Deux algorithmes approchés sont développés pour résoudre ce problème, l'un basé sur une recherche adaptative de grand voisinage, l'autre sur un algorithme génétique. Le modèle et les algorithmes proposés sont appliqués à la région Bourgogne Franche-Comté en France.

## Abstract (in English):

This thesis contributes to the deployment of the hydrogen infrastructures by proposing new strategies based on optimization approaches. A state of the art on the design of the hydrogen supply chain has been previously carried out, and allows to identify in the literature two research perspectives. The first one concerns the coverage of the entire supply chain, on the one hand upstream at the level of the location of raw material suppliers and the supply of production centres (transport aspect), and on the other hand downstream at the level of the location of distribution points (refueling stations) and their supply (transport). To integrate these components, a new planning model is developed. It merges the classical models, more precisely an HSCND (Hydrogen Supply Chain Network Design) model at the central level, i.e. at the level of production and storage, and an HSRP (Hydrogen Refueling Station Planning) model at the end of the chain, which considers distribution. This new model also integrates the consideration of supply sources. It is expressed as a mixed number integer linear program, with the objective of minimizing the least cost of hydrogen (LCOH). Its interest is validated by a case study representing Franche-Comté in France. The second research area explored is the integration of the strategic and tactical decision-making levels. The aim is to simultaneously optimize the location of refueling stations and the routes to supply these stations, by considering as actuated the decisions previously taken from the supply sources to the hydrogen production centers. The objective is to maximize the refueling demand flow captured, while minimizing the total daily cost. Two metaheuristic algorithms are developed to solve this problem, one based on an adaptive large neighbourhood search, the other on a genetic algorithm. The proposed model and algorithms are applied to the Bourgogne-Franche-Comté region in France.