

# Choix de politiques sectorielles pour la décarbonisation de l'économie. Application au cas de l'hydrogène pour le secteur du transport

Alena Fargère Kotelnikova

*Passionnée par les enjeux de la transition énergétique, j'ai élaboré le sujet de mon doctorat sur la problématique économique et politique de la décarbonisation du secteur des transports. Pour ma thèse j'ai créé une collaboration sous dispositif CIFRE entre le Département d'Économie de l'École Polytechnique où j'ai été encadrée par les professeurs Anna Creti et Jean-Pierre Ponsard et le département Advanced Businesses and Technologies chez Air Liquide, qui considère aujourd'hui l'Hydrogène Énergie comme vecteur de croissance du groupe.*

Quel cadre économique et réglementaire à long terme (2030-2050) pour soutenir la transition énergétique des carburants fossiles vers l'hydrogène dans le secteur européen des transports ? Cette recherche combine les approches théoriques et empiriques pour répondre aux trois questions suivantes :

*Comment concevoir des politiques de soutien adaptées pour pallier les imperfections de marché lors du déploiement de technologies de mobilité hydrogène ?* L'article « Transition vers un Système de Transport de Passagers à Hydrogène : Analyse Politique Comparée » passe au crible des politiques de soutien destinées à résoudre les imperfections de marché dans le déploiement de la mobilité hydrogène. L'article effectue une comparaison internationale entre les instruments en faveur du déploiement des véhicules. Les indicateurs *ex post* d'efficacité des politiques sont développés et calculés pour classer les pays selon leur volontarisme dans la promotion des véhicules à pile à combustible (FCEV). Aujourd'hui, le Japon et le Danemark apparaissent comme les meilleurs fournisseurs d'un environnement favorable au déploiement de la mobilité hydrogène. Les autorités locales introduisent de solides instruments prix (tels que des subventions et des

exemptions fiscales) pour rendre le FCEV plus attractif par rapport à son analogue à essence et coordonnent le déploiement de l'infrastructure hydrogène sur le territoire.

*Comment modéliser les coûts d'abattement en tenant compte des effets d'apprentissage (LBD, Learning By Doing) ?* L'article « Modélisation des Coûts d'Abattement en Présence d'Effets d'Apprentissage : le Cas du Véhicule à Hydrogène » présente un modèle de transition du secteur des transports d'un état polluant à un état propre. Un modèle d'équilibre partiel est développé pour un secteur automobile de taille constante. L'optimum social est atteint en minimisant le coût de la transition du parc automobile au cours du temps. Ce coût comprend les coûts privés de production des véhicules décarbonés (sujets aux effets d'apprentissage) ainsi que le coût social des émissions de CO<sub>2</sub> qui suit une tendance haussière exogène. L'article caractérise la trajectoire optimale qui est un remplacement progressif des véhicules polluants par les décarbonés. Au cours de la transition, l'égalisation des coûts marginaux tient compte de l'impact des actions présentes sur les coûts futurs via l'effet d'apprentissage. L'article décrit aussi une trajectoire sous-optimale où la trajectoire de déploiement

serait une donnée exogène : quelle serait alors la date optimale de début de la transition ? L'article présente une évaluation quantitative de la substitution des FCEV aux véhicules à combustion interne. L'analyse conclut que le FCEV deviendra une option économiquement viable pour décarboner une partie du parc automobile allemand à l'horizon 2050 dès que le prix du carbone atteindra 50-60 €/tonne.

*Comment définir la trajectoire optimale de déploiement quand le LBD et la convexité des coûts d'investissement sont présents ?* L'article « Le rôle des Effets d'Apprentissage dans l'Adoption d'une Technologie Verte : le Cas LBD Linéaire » étudie les caractéristiques d'une trajectoire optimale de déploiement des

véhicules décarbonés dans le cas où les effets d'apprentissage et la convexité sont présents dans la fonction de coût. Le modèle d'équilibre partiel de l'article précédent est utilisé comme point de départ. Dans le cas LBD linéaire, la trajectoire de déploiement optimale est obtenue analytiquement. Un apprentissage fort induit une transition antérieure vers les véhicules verts dans le cas d'une convexité faible et une transition ultérieure dans le cas d'une convexité forte. Ce résultat permet de revisiter le projet H2 Mobility en Allemagne. Un effet d'apprentissage plus fort et une accélération du déploiement aboutissent à une transition moins coûteuse et une période de *cash flow* négatif plus courte.

**Laboratoire d'accueil :** École Polytechnique, Département d'Économie



Le Département d'Économie de l'École Polytechnique offre une formation en Sciences Économiques qui a pour objectif de former des ingénieurs se destinant à la fois au monde industriel et à celui de la recherche. Le département soutient la recherche appliquée à travers différentes chaires, notamment la chaire Énergie et Prospérité qui a été créée en 2015 pour éclairer les décisions des acteurs publics et privés dans le pilotage de la transition énergétique. Les travaux de recherche conduits s'attachent aux impacts de la transition énergétique sur les économies (croissance, emploi, dette), sur les secteurs d'activité (transport, construction, production d'énergie, finance) et aux modes de financement associés.

Plus d'informations sur : <https://portail.polytechnique.edu/economie/fr>  
<http://www.chair-energy-prosperity.org/>

**Soutenance de la thèse :** La thèse a été soutenue le 3 octobre 2016 à l'École Polytechnique devant le jury composé de : Pierre-Etienne Franc, VP, Advanced Businesses and Technologies, Air Liquide, président du jury ; Jean-Guy Devezeaux de Lavergne, directeur, I-tésé CEA, rapporteur ; Yannick Perez, professeur associé, Centrale Supélec, rapporteur ; Anna Creti, professeur, Université Paris-Dauphine, directeur de thèse ; Jean-Pierre Ponsard, professeur, École Polytechnique, directeur de thèse.

La thèse est disponible sur : <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01599041/document>

**Et après la thèse ?** Passionnée par les enjeux de la transition énergétique et du changement climatique, Alena Fargère Kotelnikova travaille comme économiste et spécialiste d'énergie chez Air Liquide. Elle est spécialisée en développement de schémas de financement innovants des infrastructures bas carbone et en conseil en stratégie pour le marché de l'hydrogène énergie.