



Sujet de thèse

Titre : Analyse des conditions de sécurisation de l'approvisionnement en bois pour les projets d'unités industrielles de production de bioalcool

Durée : 36 mois

Date de recrutement : 1^{er} octobre 2017

Lieu de travail : Irstea Clermont-Ferrand, des séjours de courtes durées seront à prévoir à Irstea Grenoble

C'est un lieu commun de dire que la France dispose d'une ressource en bois sous-utilisée. Avec une superficie forestière de quelques 16 millions d'hectares en métropole, et une augmentation du capital sur pied d'environ 40 millions de m³ par an (soit quasiment autant que le volume de bois commercialisé), il semble évident que l'usage de cette ressource est loin de l'optimum, surtout si on ajoute qu'une partie des grumes issues de nos forêts ne sera pas transformée en France. Le développement d'usages pour le secteur de l'énergie et de la chimie paraît s'imposer comme une priorité à la fois sur le plan économique et environnemental. Mais en réalité, l'exemple du projet E.ON à Gardanne (885.000 tonnes de besoin annuel) montre que des unités de taille industrielle, comparable à ce que l'on peut attendre d'une bioraffinerie de 2^{ème} génération par voie thermochimique, peut occasionner une perturbation forte des marchés locaux utilisant le bois, avoir une rentabilité délicate à obtenir sans soutien public, et avoir un bilan environnemental discutable, notamment du fait du transport de la matière première.

Les raisons de la difficulté à mobiliser la ressource en bois sont bien connues. Elles tiennent à la fois à des caractéristiques physiques (accessibilité, densité : moyenne de 160 m³ de bois fort à l'hectare contre 350 en Allemagne), à la dispersion de la propriété forestière (impliquant des coûts de collecte, mais aussi et surtout des coûts de transaction avec un nombre élevé de propriétaires), à l'incertitude sur l'évolution des prix dans un contexte de baisse des sciages dont les coproduits fournissent une partie non négligeable de la biomasse, et à des freins de nature sociologique (logique plus patrimoniale qu'économique de la part de nombreux propriétaires). A ce jour, une activité dédiée à l'approvisionnement en biomasse pour l'énergie (ou la chimie) peine à se structurer, et les montages sont souvent *ad hoc*, y compris chez les grands opérateurs tels que Dalkia ou Cofely, qui tantôt contractualisent directement avec des entreprises de travaux forestiers, tantôt mettent en place des plateformes dédiées d'approvisionnement. IRSTEA vient de réaliser une étude de benchmarking international sur les problématiques d'approvisionnement en biomasse pour l'énergie, en partenariat avec le CEA, l'INRA et l'IFPEN, dans le cadre de l'Alliance de recherche ANCRE (Alliance Nationale de Coordination de la recherche pour l'Énergie). Ce projet de recherche s'inscrit en continuité directe avec ces travaux.

L'objectif de ce projet de thèse est de comprendre les conditions de sécurisation de l'approvisionnement en biomasse bois pour des projets devant mobiliser des quantités de bois très supérieures à celles des grosses chaufferies collectives (plus de 100.000 t) et les conséquences de son implantation sur la filière bois locale. L'analyse devra prendre en compte l'ensemble des verrous, qu'ils soient de nature économique (structure des prix et des charges, coût de transport, etc.), sociologique ou institutionnelle (réglementation, organisations locales, etc.). Pour cette raison, la modélisation spatiale de la filière bois, dans la tradition de FFSSM - French Forest Sector Model (Cauria et al. 2010) mais à une échelle locale paraît particulièrement pertinente afin de répondre à différentes questions liées à l'implémentation d'une bioraffinerie de deuxième génération.

Un premier set de questions interdépendantes font référence directement au fonctionnement de l'usine : localisation optimale en fonction de la ressource économiquement mobilisable, rayon d'approvisionnement et taille optimale/seuil de rentabilité (Gan et Smith 2010 ; Kangas 2011 ; Ekşioğlu et al 2009, Wetterlund et al. 2014, Natarajan et al. 2014). En même temps, l'analyse de la bioraffinerie ne peut pas ignorer les conséquences et les contraintes de l'industrie bois locale, et la modélisation fine du secteur permettra d'analyser ces interdépendances. Une entrée par l'économie néo-institutionnelle, pourrait être une alternative, dans la mesure où cette théorie a pour but de définir les arrangements organisationnels les mieux adaptés aux caractéristiques de chaque bien économique (Acheson 2006, Ostrom 2005 ;2009). Cette approche a déjà été mobilisée avec succès par l'UMR Métafort pour des problématiques similaires (Amblard *et al.*, 2012, Chauvin *et al.*, 2012), mais à une échelle plus petite (les chaufferies collectives au bois).

Le doctorant devra donc posséder des bases solides en économie spatiale et/ou en économie néo-institutionnelle, ainsi que des bonnes compétences en modélisation mathématique et simulations numériques.

La thèse pourra comprendre les étapes suivantes :

- Une étude fine des expériences similaires à l'international, qui s'appuiera sur l'étude réalisée sur le sujet par l'Alliance ANCRE,
- La construction d'un modèle d'économie spatiale sur données du Massif Central issues de l'IGN/IFN (Ginisty *et al.* 2009), les modèles développés par l'Ademe (Ademe, 2009), ainsi que des sources d'information spatialisée plus fine si besoin (méthodes de télédétection par Lidar), pour définir la notion de biomasse économiquement mobilisable, et prenant en compte les usages actuels en bois d'œuvre et en bois d'industrie et l'énergie. Cette première étape de modélisation devra pouvoir évaluer l'écart entre l'existant et la disponibilité physique et déterminer la localisation et l'approvisionnement optimal de la bioraffinerie.
- La construction d'un modèle de filière bois à une échelle fine afin d'analyser les conséquences de l'installation d'une bioraffinerie de deuxième génération sur le secteur local
- En complément ou en alternative, la construction d'un modèle théorique issue de l'économie néo-institutionnelle, incluant les aspects sociologiques, institutionnels (modes de contractualisations), et de structure économique et de gouvernance (structure de la filière : ETF, scieries, négoce, organisations collectives, etc.). Ce modèle se nourrira

notamment des travaux existants sur les comportements des propriétaires forestiers (décision d'exploiter), des coopératives forestières (pratiques commerciales), des scieurs (pratique et respect des contrats) et sur la gouvernance du secteur forestier. Il s'appuiera en particulier sur les travaux antérieurs d'IRSTEA sur le secteur forestier en sociologie (Deuffic et Lyser, 2012) et sciences politiques (Sergent, 2012).

- Le couplage du modèle de filière avec le modèle d'économie spatiale sur données du Massif central

En fin de thèse, l'objectif est de pouvoir disposer d'un modèle d'aide à la décision permettant de définir, en fonction des caractéristiques du marché, la faisabilité de l'approvisionnement pérenne d'une unité industrielle de bioalcool, en incluant l'analyse de l'impact environnemental notamment via l'estimation de l'exportation d'éléments minéraux et des émissions liées au transport.

Les candidat.e.s doivent faire parvenir par courrier électronique, avant le 1-er août à minuit, un dossier comportant les pièces suivantes :

- une lettre de motivation
- un curriculum vitae

Le dossier devra être transmis par courriel (mention « Candidature thèse bioraffinerie » dans l'objet du message) à Mihai Tivadar (mihai.tivadar@irstea.fr) et Jean-Marc Callois (jean-marc.callois@irstea.fr).

Les décisions finales seront communiquées dans le courant du mois de septembre. Des éventuelles auditions peuvent être organisées à la fin du mois d'août après la sélection sur dossier.

Références

Acheson J., 2006, Institutional failure in resource management, *Annual review of anthropology*, 35: 117-134.

Ademe, 2009, *Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020*, étude réalisée par l'IFN, FCBA et SOLAGRO.

Amblard L., Taverne M., Guerra F., 2012, L'organisation d'une filière d'énergie renouvelable : l'approvisionnement en bois-énergie en Auvergne, *Droit de l'Environnement*, Hors-série avril 2012, 37-40.

Caurla S, F Lecocq. P. Delacote, A Barkaoui (2010). *French Forest Sector Model: version 1.0. Presentation and theoretical foundations*. Laboratoire d'économie forestière, INRA – AgroParisTech

Chauvin C., Amblard L., Fuhr M., Tabourdeau A., Taverne M., Valenzisi M., 2012, Valorisation d'une ressource territoriale : le bois-énergie en Auvergne, in : Trognon L., Baumont R, Ingrand

S., Lardon S., Turpin N., Vollet D. (Eds.), *Productions, gouvernance et ingénierie territoriales*, Revue d'Auvergne, N°602-603.

Deuffic Ph., Lyser S., 2012, Biodiversity or bioenergy: is deadwood conservation an environmental issue for French forest owners?, *Canadian Journal of Forestry Research*, 42: 1491-1502.

Ekşioğlu, S. D.; Acharya, A.; Leightley, L. E.; Arora, S. Analyzing the Design and Management of Biomass-to-Biorefinery Supply Chain. *Comput. Ind. Eng.*, 57 (4), p. 1342–1352

Gan Jianbang, C.T. Smith. Optimal plant size and feedstock supply radius: A modelling approach to minimize bioenergy production costs. *Biomass and Bioenergy*. 35 (8), p. 3350-3359

Ginisty, C., Chevalier, R., Vallet, P. et Colin, A., 2009, Évaluation des volumes de bois mobilisables à partir des données de l'IFN "nouvelle méthode". Rapport final. Rapport technique, Cemagref, Inventaire forestier national, ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche.

Kangas H L, Jussi L, Pohjola J, Lauri H, Uusivuori J (2011). Investment into biorefinery under different price and policy structures. *Energy economics*, Volume 33 (6), p. 1165-1176

Natarajan, K., Leduc, S., Pelkonen, P., Tomppo, E., Dotzauer, E. (2014). Optimal locations for second generation Fischer Tropsch biodiesel production in Finland. *Renewable Energy* 62, 319-330.

Ostrom, E., 2005, *Understanding institutional diversity*. Princeton Univ. Press: Princeton, NJ.

Ostrom, Elinor, 2009, A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems, *Science*, 325: 419-422.

Sergent, A., 2010, Régulation politique du secteur forestier en France et changement d'échelle de l'action publique, *Economie rurale*, 318-319:96-110.

Wetterlund, E., Pettersson, K. et al., (2014), *Optimal localization of next generation biofuel production in Sweden – Part II*. Report No 2013:26, The Swedish knowledge centre for renewable transportation fuels, Sweden.