ÉTAT DE L'ART

L'industrie papetière face au développement de la bioraffinerie lignocellulosique. Dynamiques institutionnelles et perspectives territoriales

The development of lignocellulosic biorefinery in the Pulp and Paper Industry: institutional dynamics and territorial perspectives

Arnaud Sergent et Clarisse Cazals

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/economierurale/4711>

DOI : 10.4000/economierurale.4711

ISSN : 2105-2581

Éditeur

Société Française d'Économie Rurale (SFER)

Édition imprimée

Date de publication : 15 décembre 2015

Pagination : 13-30

ISSN : 0013-0559

Référence électronique

Arnaud Sergent et Clarisse Cazals, « L'industrie papetière face au développement de la bioraffinerie lignocellulosique. Dynamiques institutionnelles et perspectives territoriales », *Économie rurale* [En ligne], 349-350 | septembre-novembre 2015, mis en ligne le 15 décembre 2017, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/economierurale/4711> ; DOI : 10.4000/economierurale.4711

L'industrie papetière face au développement de la bioraffinerie lignocellulosique

Dynamiques institutionnelles et perspectives territoriales

Arnaud SERGENT, Clarisse CAZALS • Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea), UR ETBX, Bordeaux
arnaud.sergent@irstea.fr ; clarisse.cazals@irstea.fr

Le développement des technologies et des marchés associés au bioraffinage offre de nouvelles perspectives à l'Industrie papetière (IP). Cette situation soulève un certain nombre de questions en termes de R&D, de développement technologique et d'innovation, mais elle interroge aussi et surtout les conditions socio-économiques et politiques de l'émergence de nouveaux modèles industriels. Dans cet article, les auteurs présentent une analyse critique de la littérature portant sur le développement de l'innovation technologique et le changement industriel. Pour mieux comprendre les dimensions institutionnelles et territoriales du changement socio-économique et institutionnel basé sur l'innovation technologique dans l'IP, ils posent en conclusion les bases à l'élaboration d'un cadre d'analyse interdisciplinaire reposant sur une méso-économie politique et une économie patrimoniale.

MOTS-CLÉS : *bioraffinerie, industrie papetière, innovation, changement institutionnel, ancrage territorial*

The development of lignocellulosic biorefinery in the Pulp and Paper Industry: institutional dynamics and territorial perspectives

Development of biorefining technologies and markets is a new opportunity for the Pulp and Paper Industry (PPI). It raises a number of questions in terms of R&D, technological development and innovation, but it especially questions the socio-economic and political conditions for the emergence of a new industrial models. In this article we provide a critical review of the literature dealing with the development of technological innovation and industrial change. To better grasp with institutional and territorial dimensions of technology-based socioeconomic and institutional change in the PPI we propose an interdisciplinary framework based on a mesopolitical economy and a patrimonial economy. (JEL: L730, O330, Q480)

KEYWORDS: *biorefinery, Pulp and Paper Industry, institutional change, territorial anchorage*

La transition énergétique, qui semble la principale réponse aux défis du changement climatique (Tissot-Colle, Jouzel, 2013), offre de nouvelles perspectives pour l'industrie dans les domaines de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de la production d'énergies renouvelables. Dans un récent livre vert intitulé *Un cadre pour les politiques en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030*, la Commission européenne rappelle que les résolutions adoptées par le Parlement européen vont

dans le sens d'une réduction des émissions de GES de 80 à 95 % d'ici à 2050 par rapport aux niveaux de 1990¹. L'atteinte de cet objectif passe par une transformation du système énergétique de l'UE, par un développement de la part des énergies renouvelables (de 12,7 % en 2010 à 30 % en 2030) et donc par une croissance conséquente des filières

1. Communication de la Commission européenne, *A 2030 framework for climate and energy policies*, COM (2013) 169 final (27/3/2013).

énergétiques associées (biocarburant, chaleur, électricité). Un certain nombre de progrès ont été réalisés par la majorité des États membres mais de nombreuses incertitudes demeurent sur l'avenir et la marge de progression de ces filières². En outre, l'orientation principalement énergétique prise par cette trajectoire de « décarbonisation » de nos modèles de développement continue à poser des questions en matière de durabilité. Beaucoup s'inquiètent notamment des risques que les politiques de promotion des énergies renouvelables peuvent faire peser sur la disponibilité des ressources en biomasse et sur la compétitivité de certaines filières industrielles qui en dépendent. Ainsi, au-delà du développement des filières de l'énergie renouvelable, il existe aujourd'hui un intérêt grandissant pour les nouveaux concepts industriels qui s'inscrivent dans le cadre de l'économie « verte ». Cette nouvelle définition du développement économique est basée notamment sur le modèle de la bioéconomie qui est censé intégrer davantage les logiques d'optimisation de l'usage de la ressource et de croissance économique (Sgard, Harayama, 2013). En 2012, la Commission européenne a d'ailleurs inscrit sa stratégie d'innovation pour une croissance durable dans la perspective du développement de la bioéconomie³. La bioéconomie se définit alors comme la partie de l'économie qui utilise des ressources biologiques renouvelables maritimes et terrestres (cultures agricoles, forêt, ressources halieutiques, animaux et micro-organismes) pour produire de la nourriture, des matériaux et de l'énergie.

Le marché mondial des produits chimiques biosourcés représenterait, en

termes de valeur, entre 220 à 240 G€ en 2020 (hors biocarburants), ou entre 175 et 420 G€ en 2025, soit entre 7 et 17 % du marché mondial de la chimie, contre 3 à 4 % actuellement (soit entre 50 et 70 G€, essentiellement dans les filières de la chimie fine, chimie pharmaceutique incluse)⁴. Même si beaucoup s'interrogent sur la réelle rupture paradigmatique associée au concept d'économie verte (Brand, 2012), il s'avère donc porteur d'une forte dynamique de changement économique et politique en matière de développement des activités industrielles. En France, en 2010, le Commissariat général au développement durable (CGDD) a ainsi identifié un ensemble de filières industrielles de l'économie verte dans la perspective de « proposer une stratégie industrielle pertinente qui permette de maximiser l'impact de chaque filière dans la croissance verte française »⁵. Dans le même temps, de nombreux industriels s'affirment comme des entrepreneurs incontournables de cette économie verte. Parmi eux, les représentants européens de l'industrie papetière revendiquent tout particulièrement leur capacité à être des moteurs du développement de la bioéconomie à travers non seulement leur capacité à produire du papier biosourcé mais aussi à se positionner sur les marchés des biocarburants et de la chimie verte à travers le développement des technologies de bioraffinage⁶.

2. Rapport de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Conseil économique et social européen et au Comité des régions, *Renewable Energy Progress Report*, COM (2013) 175 final (27/3/2013).

3. Communication de la Commission européenne, *Innovating for sustainable growth: a Bioeconomy for Europe*, COM(2012) 60 final (13/2/2012).

4. Rapport de mission, *Les usages non alimentaires de la biomasse* (2012), par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt/CGAAER, Sylvie Alexandre (coordinatrice), Jean Gault, Catherine de Menthère, Pierre-Henri Texier, Henri-Luc Thibault, Xavier Toussaint, Claude Roy ; CGEDD, André-Jean Guérin, Étienne Lefèbre, Pierre Rathouis ; CGEIIET, Christophe Attali. Rapport n° 11132 et 11135.

5. Voir page 13 du Rapport *Filières industrielles stratégiques de l'économie verte* (2010), MEEDDM/CGDD mars.

6. CEPI (2013). *Paper industry partners with European Commission in bio-based industry initiative*. Bruxelles, Press Release, 10 juillet.

De manière assez générale, le bioraffinage⁷ consiste à transférer vers l'industrie de la biomasse le modèle traditionnel de l'industrie de la chimie et de la production énergétique exploitant les ressources fossiles (Kamm *et al.*, 2012). Ainsi, la bioraffinerie est présentée comme une opportunité de contribuer à la croissance des filières vertes sur la base d'une logique de substitution aux ressources fossiles qui questionne la conservation des bases du modèle industriel existant. En effet, si la finalité du développement du modèle de la bioraffinerie est bien de remplacer le modèle productif de l'industrie pétrolière, l'hétérogénéité des ressources exploitées, des produits et de procédés technologiques, mais aussi les enjeux de développement des espaces ruraux actuellement associées au développement de la bioraffinerie (Cherubini, 2010), conduisent à élargir les approches en termes de défi technologique pour s'interroger sur l'importance des transformations économiques et politiques inhérentes à un tel processus.

Dans ce contexte, l'objectif de cet article est de s'appuyer sur les enjeux de déploiement des bioraffineries à partir des ressources lignocellulosiques afin de remettre en question et de discuter une apparente continuité de nos modèles industriels dans la perspective de la transition vers un système énergétique décarboné. Nous faisons alors l'hypothèse que la convergence des enjeux énergétiques, environnementaux et économiques occasionne des mutations d'un certain nombre de filières traditionnelles (l'industrie papetière ici) qui développent de nouvelles stratégies industrielles basées sur

des procédés technologiques innovants de type bioraffinage. Pour cela, nous menons une analyse en trois temps s'appuyant sur une revue de la littérature scientifique. La première partie permet d'identifier les différents facteurs susceptibles d'expliquer les mutations industrielles liées aux développements technologiques avec une focale particulière sur les conséquences de ces dynamiques en termes d'ancrage territorial des industries. À l'aune de ces éléments, la seconde partie propose une analyse des enjeux et des conditions de la mutation « verte » de l'industrie papetière. Enfin, la troisième décrit plus spécifiquement les aspects territoriaux de ce changement industriel. La conclusion de cette étude essentiellement bibliographique revient sur l'intérêt d'étudier plus en avant, en s'appuyant sur des faits empiriques remarquables, les phénomènes actuels de mutation des filières industrielles associés au développement de la bioéconomie en s'intéressant davantage aux variables socio-politiques et territoriales.

Mise en perspective des facteurs de développement technologique et de mutation industrielle

Le développement industriel de la bioraffinerie semble aujourd'hui s'inscrire dans un contexte technologique, économique, social et politique particulièrement favorable. De nombreuses études prédisent ainsi que la croissance des marchés pour les produits biosourcés et les biocarburants sera très forte (King *et al.*, 2010 ; Bewa, Le Ravalec, 2012). À ce stade, il existe toutefois encore de nombreuses incertitudes sur la manière dont va se déployer la bioraffinerie et sur la nature des trajectoires industrielles qui vont accompagner ce développement. L'objectif de cette section est de faire un état des lieux critique des travaux s'intéressant aux facteurs de développement des innovations technologiques

7. Le bioraffinage est un processus technologique de conversion de la biomasse en de multiples bioproduits et en énergie. Plus précisément, il s'agit d'une filière allant de la production de la biomasse, sa logistique et son prétraitement jusqu'à sa conversion (plates-formes biochimique ou thermochimique) en bioproduits et énergie.

(environnementales) en mettant tout particulièrement en exergue les enjeux institutionnels et leur dimension territoriale.

1. La diversité des facteurs de développement des innovations technologiques

Un nombre important de travaux s'intéressant aux conditions d'émergence des sentiers industriels « verts » appréhendent le changement sous l'angle de l'innovation et de l'évolution technologique. La transition énergétique est alors étudiée comme un processus de modernisation écologique (Jänicke, 2008 ; Hajer, 1995) permettant d'envisager l'adaptation des entreprises aux nouveaux enjeux environnementaux comme un facteur d'amélioration de la compétitivité industrielle (Porter, Linde, 1995 ; Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2009). L'émergence d'une innovation environnementale est censée produire un double bénéfice, elle limite la dégradation de l'environnement et contribue à la modernisation technologique de l'économie (Gabel, Sinclair-Desgagne, 1998). Au croisement des approches en économie de l'environnement et en économie de l'innovation, plusieurs auteurs ont ainsi analysé les conditions de déploiement des éco-innovations dans différents secteurs industriels (Rennings, 2000 ; Bernauer *et al.*, 2007). Il ressort de ces travaux un certain nombre d'hypothèses sur les facteurs qui favorisent la mise en œuvre par une industrie ou par une firme d'une innovation environnementale, qu'elle soit associée à une innovation organisationnelle, un changement de *process*, une innovation produit (Kemp, Pearson, 2008). Les études de cas montrent une influence variable de différents facteurs (technologiques, marchands, réglementaires) selon les types d'éco-innovations (Frondel *et al.*, 2007 ; Horbach *et al.*, 2012), mais aussi selon les pays ; des pays pionniers offriraient des conditions politiques et économiques favorables à l'émergence de certaines éco-innovations

(Beise, Rennings, 2005 ; Huber, 2008), ou encore selon les secteurs (Oltra, Saint Jean, 2009).

2. Les déterminants institutionnels de la mutation industrielle

La littérature s'intéressant aux processus de mutation industrielle inscrite dans le champ de l'économie évolutionniste et des études sur l'innovation traite en outre depuis longtemps des dynamiques institutionnelles associées aux changements des systèmes productifs. Ainsi, les travaux sur les systèmes d'innovation (Malerba, 2002 ; Nelson, 1963 ; Carlsson, 1997), ou plus récemment sur les systèmes socio-techniques (Geels, Kemp, 2007), considèrent que les structures institutionnelles (formelles et informelles) jouent un rôle important dans la dynamique d'innovations (Schot, Fischer, 1993). Ces considérations systémiques contribuent à légitimer les politiques de soutien public aux activités de R&D. Elles confortent l'idée que le développement d'une innovation repose très fortement sur la capacité des acteurs à interagir et à porter les nouvelles technologies (Fagerberg, 2003). Cette littérature présente l'intérêt majeur de passer d'une approche centrée sur les artefacts et les organisations individuelles à une approche étudiant les systèmes et des réseaux d'organisations (Geels, 2004). En outre, ces travaux incitent à s'éloigner de la conception de l'innovation comme un processus de décision linéaire et individuel indépendant de son environnement institutionnel et conduisent à s'intéresser davantage aux interactions entre les acteurs et les règles qui encadrent leurs activités (Freeman, 1995). Dans la tradition évolutionniste (Dosi, 1982 ; Pavitt, 1984), cette intégration des facteurs structurels permet tout autant d'expliquer les phénomènes d'inertie, de dépendance au sentier ou de *lock-in*, que d'interpréter les dynamiques de diversification des systèmes économiques (Bergh, Kallis, 2013).

De manière plus spécifique, certains auteurs ont adopté le concept de régime sociotechnique afin d'appréhender la complexité de la configuration institutionnelle qui s'organise autour d'une technologie et de son utilisation. Partant du principe que l'approche par les systèmes d'innovation est trop restreinte, ils revendiquent la nécessité d'analyser le processus de transition dans une perspective de dynamique multi-niveaux (*Multi-Level Perspective [MLP]*) (Rip, Kemp, 1998). Autour de ce concept sont notamment développées différentes formes d'interprétation du changement qui reposent sur l'étude des conditions de réajustement du régime sociotechnique en lien avec les interactions qu'il noue d'une part avec les réseaux d'acteurs qui constituent des niches d'innovation et d'autre part avec le « paysage sociotechnique » qui l'environne (Geels, 2002 ; Geels, Schot, 2007). La gouvernance de ce processus complexe de changement sociotechnique est aujourd'hui étudiée sous l'angle de la gestion de la transition (*transition management*) et considérée comme une forme particulière de renouvellement de l'action publique. Elle repose sur une conception réflexive et prescriptive de la gestion de la transition qui comporte quatre dimensions (Loorbach, 2010) : l'organisation d'un réseau d'acteurs restreint composant une arène de transition ; la formulation d'une vision du futur et de voies à suivre ; la mise en place de processus expérimentaux de transition ; le suivi et l'évaluation continue du déroulement du processus. Ces approches donnent lieu à des débats stimulants sur les rapports entre facteurs institutionnels et stratégies de firmes, sur les modes de gestion des changements associés aux processus de transition et de diffusion des innovations technologiques et environnementales (Geels, Schot, 2007 ; Smith *et al.*, 2005). Toutefois, ces travaux méritent un certain nombre de prolongements pour mieux se saisir de l'effet du développement d'une innovation sur

l'évolution d'un modèle industriel donné, sur le rôle joué par les firmes dans la (re) production de ce modèle industriel et sur les modalités de son ancrage territorial.

3. La question de l'ancrage territorial des industries

Les travaux s'intéressant aux facteurs de développement des innovations technologiques font écho aux approches en économie qui se sont focalisées sur les composantes spatiales de l'innovation, que ce soit du point de vue des relations entre l'agglomération des activités et des innovations (externalités positives de réseaux) ou du point de vue du rôle de la proximité géographique et institutionnelle dans le développement de systèmes locaux d'innovation (déclinés en districts industriels, milieux innovateurs selon les écoles de pensée) (Carrincazeaux, 2011 ; Doloreux, Bitard, 2005). La concentration des activités d'innovation est indiscutable (Autant-Bernard, 2010), mais la prépondérance de l'échelle locale sur l'échelle nationale voire supranationale reste en débat, notamment dans la littérature sur les systèmes sociaux d'innovation (Amable, Petit, 2002).

Les différentes filiations possibles entre de nouveaux modèles industriels issus des développements technologiques et les systèmes industriels existants incitent à développer une analyse élargie des déterminants de la localisation des activités, au-delà de la minimisation des coûts de transports, des coûts d'accès aux ressources naturelles ou encore des coûts de main-d'œuvre. De telles analyses se sont développées à partir des années 1980-1990 dans le champ de « l'économie des territoires » (Pecqueur, 2006) avec pour objectif de travailler l'encastrement de la sphère économique dans le social et de développer des recherches où l'espace n'est pas neutre (Duez, 2011). Ainsi, dans un contexte où la mondialisation est une contrainte pour toutes les filières, de nombreux travaux se sont

focalisés sur l'étude des facteurs économiques et sociaux expliquant l'agglomération d'activités spécifiques à l'échelle d'un territoire et déterminant sa spécialisation et sa compétitivité (Benko, Lipietz, 1992). Cependant, la question qui nous préoccupe étant celle de l'évolution d'une filière et de la localisation de ses activités, qui s'inscrivent à la fois dans des réseaux de firmes internationales et des réseaux locaux de PME, l'enjeu est d'appréhender la diversité des synergies productives et des échelles spatiales dans lesquelles ces activités se développent, sans privilégier ce qui relève du local ou du global. Dans ces conditions, les travaux des économistes de la proximité ont déjà montré qu'il importe de traiter cette question comme un problème de coordination qui ne se résout pas uniquement dans la sphère marchande (Gilly, Torre, 2000 ; Bouba-Olga *et al.*, 2008). La prise en compte des différentes formes de proximité, qu'elles soient géographique, organisée ou encore institutionnelle, permet d'appréhender l'ensemble des dimensions déterminant les productions et les marchés (proximité des marchés, sécurité de l'approvisionnement, innovation, disponibilité des talents, etc.).

Dans la continuité de ces approches, face à la crise fordiste qui touche les industries arrivées à maturité et aux atouts des PME en matière de flexibilité, les analyses en termes d'ancrage territorial ou de nomadisme des firmes ont questionné l'articulation des différentes échelles spatiales de l'action économique. En effet, alors que la délocalisation des activités semblait une réponse à la crise du modèle fordiste qui touche l'industrie depuis les années 1980, l'ancrage d'une firme a été appréhendé à partir de sa triple insertion groupe/industrie/territoire et des relations qui relèvent plutôt de la proximité géographique entre la firme et le territoire et de la proximité organisée entre la firme, le groupe et l'industrie (Zimmermann, 2001). À l'heure où

les politiques s'interrogent sur les voies de reconquêtes industrielles, la question de l'ancrage territorial reste tout à fait d'actualité ; néanmoins des études récentes montrent que ce sont bien des dynamiques de délocalisations-relocalisations associées à la fragmentation des chaînes de valeur à l'échelle mondiale qu'il s'agit d'étudier (Mouhoud, 2013).

En résonance avec les innovations technologiques et économiques largement évoquées ci-dessus, on assiste à une reconfiguration des relations secteur-territoire, où il paraît pertinent de prendre en compte le processus de reterritorialisation dont les contours sont à préciser. Dans le contexte actuel de mobilité accrue des individus, des connaissances et des informations, les situations de relation de proximité temporaire sont à intégrer pour saisir les différentes formes d'ancrage territorial. Elles renvoient à des situations d'interactions dans un espace restreint, limité dans le temps, mais susceptibles de se renouveler (Rallet, Torre, 2009). Ces relations peuvent largement dépasser les frontières d'un secteur étant donné le rôle joué par les compétences territoriales dans la constitution de systèmes locaux d'innovation et dans leur capacité d'adaptation à la concurrence internationale (Ferru, 2009). Dans ces conditions, il est possible de raisonner en termes de trajectoire technologique et cognitive à l'échelle d'un territoire. Finalement, la capacité des territoires à fixer des activités économiques dépend de la mise en réseau d'acteurs, de la densité de leurs relations au niveau local, mais aussi de relations ponctuelles et ciblées aux échelles nationales et internationales (Binz *et al.*, 2014).

Vers une mutation verte de l'industrie papetière ?

Depuis quelques années, en Europe et en Amérique du Nord, le développement de

la technologie du bioraffinage dans l'Industrie papetière (IP) est identifiée comme un enjeu important pour son avenir. Cette « vieille » industrie qui a longtemps été vivement critiquée et stigmatisée pour son impact négatif sur l'environnement (déforestation, pollution des eaux et de l'air) (Poole *et al.*, 1977) pourrait en effet s'inscrire demain dans un « sentier vert » (Montouroy, Sargent, 2014). Même si, au cours des vingt dernières années, l'IP a déjà travaillé à l'atténuation de son impact environnemental (par exemple par le traitement des effluents), le contexte actuel de déploiement des procédés de bioraffinage correspond à une nouvelle forme de mutation « verte » de l'IP qui pose la question de la reproduction de son modèle industriel.

1. L'industrie papetière est-elle prête au changement ?

L'IP est une industrie très ancienne qui s'est imposée progressivement comme un acteur puissant de l'industrie sur la scène internationale et qui est devenue la clef de voûte de l'économie du bois, forgeant son identité à l'interface entre le secteur forestier et le monde de la distribution et de l'industrie manufacturière. Souvent considérée comme très « globalisée », cette industrie a connu un effet de concentration sectorielle important au cours du siècle dernier même si elle conserve encore une certaine diversité de profils industriels et de stratégies d'entreprises (Lamberg, Ojala, 2006). Activité nécessitant d'importantes infrastructures et de lourds investissements, elle a ainsi été marquée par le développement des grandes compagnies internationales et par la montée en puissance du modèle capitaliste aux dépens des structures familiales (de Ferrière le Vayer, 2008). Durant tout le XX^e siècle, les rapports de compétition entre ces firmes se sont principalement joués sur le terrain de l'amélioration de la productivité

et de la baisse des coûts de production. Au début du XX^e siècle, une entreprise produisait ainsi environ 7 000 tonnes de papier par an, au cours des années 2000 cette moyenne annuelle est passée à 235 000 tonnes (Lamberg, Ojala, 2006). Dans cette trajectoire de développement, l'innovation technologique a joué un rôle relativement marginal par rapport aux logiques d'économie d'échelle et d'accroissement de la taille et de la capacité des machines. L'industrie est ainsi connue pour être en matière de technologie davantage conservatrice qu'innovatrice (Pätäri *et al.*, 2011). En outre les firmes de l'IP partagent des problématiques communes liées notamment à la forte sensibilité du marché de leurs produits à la conjoncture économique mondiale ou encore à la pression environnementale.

Dans ce contexte, le développement d'une filière bioraffinerie ne peut se faire sur la base d'une totale remise en question du modèle industriel hérité de plus d'un siècle d'ajustements socio-économiques et politiques. Pourtant, un certain nombre de caractéristiques de ce modèle industriel « mature » peuvent apparaître incompatibles, voire contraires, aux principes mêmes de l'activité bioraffinerie. Par exemple, on peut se demander si ce type d'investissement et de stratégie de croissance basée sur une logique d'innovation produit (produits « verts » de niche pour le marché de la chimie) est compatible avec le modèle capitaliste actuel de l'IP, principalement fondé sur une logique de compétitivité prix et d'économie d'échelle. De même, la question se pose de savoir si les solutions technologiques issues du monde de la chimie du végétal sont adaptées à la configuration actuelle des unités industrielles en matière d'infrastructure comme de ressources humaines. Enfin, le marché traditionnel des produits papetiers est-il compatible avec le marché de ces nouveaux produits « verts » ?

2. Une identité industrielle à redéfinir Entre stratégie de continuité et logique de rupture

Dans le cas du développement de la bioraffinerie à partir de ressources lignocellulosiques, un nombre important de travaux soulignent ainsi que l'industrie papetière des pays d'Europe de l'Ouest et d'Amérique du Nord est un secteur très favorable à l'innovation et à son déploiement. Même si ce secteur s'appuie généralement sur des technologies anciennes, il repose en effet déjà sur le concept de l'industrie multiproduit (production de chaleur, d'électricité et d'autres produits en plus de la pâte) et dispose de savoir-faire et d'infrastructures dans les domaines de la transformation mécanique et chimique de la lignocellulose et de l'approvisionnement en bois (Ragauskas *et al.*, 2007 ; Söderholm, Lundmark, 2009 ; Towers *et al.*, 2007). En outre, cette industrie papetière traditionnelle est aujourd'hui confrontée à un environnement économique de plus en plus compétitif qui doit inciter les firmes à privilégier des stratégies d'économie de gamme et à se positionner sur les nouveaux marchés de l'énergie, de la chimie verte et des carburants de seconde génération (Näyhä, Pesonen, 2014 ; Pätäri, 2010 ; Pätäri *et al.*, 2011). Enfin, l'industrie papetière est une industrie grande consommatrice d'énergie qui est fortement sous pression dans le cadre des réglementations relatives à la limitation des émissions de gaz à effet de serre (*Emissions Trading Scheme* dans l'Union européenne). L'ensemble de ces facteurs offre un environnement favorable à la diffusion de la technologie bioraffinerie dans l'industrie papetière, néanmoins il existe encore un certain nombre de freins et d'incertitudes liés à des problèmes de choix technologiques, de contexte de marché, d'environnement politique, de disponibilité de matière première ou de formes de collaboration (Hämäläinen *et al.*, 2011 ; Näyhä, Pesonen, 2012).

Les recherches dans le domaine technologique continuent d'explorer les voies de conversion des procédés papetiers traditionnels afin de proposer des trajectoires d'innovation performantes, adaptées aux marchés et à la diversité des configurations industrielles (Bajpai, 2013). Plusieurs solutions technologiques sont au stade de la mise en marché et beaucoup s'intéressent de manière plus approfondie aux conditions d'émergence de la filière bioraffinerie en lien avec la diffusion de ces technologies au sein de l'industrie papetière. De nombreux modèles techno-industriels ont été élaborés pour l'industrie papetière dans la perspective de l'évolution des techniques de transformation de la matière lignocellulosique, de l'insertion dans de nouveaux marchés et de la redéfinition des stratégies de firmes (Chambost *et al.*, 2008 ; Consonni *et al.*, 2009 ; van Heiningen, 2007 ; Pätäri *et al.*, 2011). Toutefois, on peut constater que la grande majorité de ces travaux traitant des interrelations entre la technologie, les structures socio-économiques et les institutions s'intéressent davantage à l'analyse du changement technologique qu'au processus de changement socio-économique et institutionnel engendré par de nouvelles contraintes ou opportunités technologiques (Dolata, 2009). Ainsi, le développement de la technologie bioraffinerie peut être analysé, non pas sous l'angle de la diffusion technologique (Näyhä, Pesonen, 2012), mais plutôt sous celui de la mutation industrielle et du changement institutionnel. Afin de chercher à expliquer le changement institutionnel plutôt que le changement technologique, il est nécessaire de s'affranchir d'une vision technocentrée du système industriel et de centrer l'analyse sur les dynamiques industrielles et notamment les relations entre trajectoire industrielle et stratégies de firmes.

À l'échelle de la firme, beaucoup d'industriels parlent de la nécessité d'adopter un nouveau modèle économique qui pourrait

être celui de la bioraffinerie papetière. Mais l'idée dominante est bien celle de la continuité : le principe est que cette bioraffinerie papetière devrait être fondée sur la mise en place d'une stratégie industrielle jouant sur la complémentarité entre la production papetière et la production de dérivés verts (Towers *et al.*, 2007). Un responsable papetier présente par exemple le défi du renouvellement industriel en ces termes :

« La croissance verte offre, par le biais de filières nouvelles et complémentaires de celles, traditionnelles, de nos métiers, d'innombrables perspectives – qu'il s'agisse de production bioénergétique, de substitution d'équivalents écolo-compatibles aux produits chimiques classiques, ou de toute autre activité susceptible d'avoir recours à notre industrie⁸. »

À l'inverse, d'autres industriels misent sur la nouveauté pour assurer la conversion du modèle papetier, comme l'illustrent ces propos d'un responsable de l'usine Tembec de Tartas⁹ (40 - France) en réponse à des accusations de *greenwashing* liées à l'utilisation du terme de bioraffinerie :

« N'en déplaise à certains nostalgiques, l'usine de Tembec à Tartas est bien une bioraffinerie et non une papeterie. Pour preuve, cette usine ne produit pas 1 kilogramme de papier ni de pâte à papier. Elle commercialise des celluloses de haute pureté à 100 %

de sa capacité de production depuis 2011, mais également d'autres composés extraits du pin maritime dont les lignosulfonates, et depuis peu de l'électricité "verte" vendue à EDF grâce à une toute nouvelle turbine démarrée en juin 2012¹⁰. »

L'accent est certes mis sur la rupture dans le sens où la firme revendique sa volonté de se différencier de l'identité associée à l'IP. Toutefois, il s'agit en réalité d'une mutation qui renvoie directement à la transformation de l'IP. Cette « conversion » à la bioraffinerie permet en effet de garantir la pérennité du site de production et de l'activité économique associée et au final de contribuer au renouvellement du modèle papetier de la compagnie internationale Tembec à laquelle appartient l'usine de Tartas. Cet exemple montre ainsi toute l'ambiguïté du changement en cours. Il existe bien évidemment une grande diversité possible de stratégies de firmes et de solutions d'adaptation des sites industriels mais ces mutations s'inscrivent aussi dans une trajectoire industrielle commune qui met en jeu l'identité et les conditions d'existence du système industriel papetier et de ses relations avec son environnement socio-économique et politique. C'est au niveau de l'industrie, et de la relation entre firmes et industrie d'une part et entre industrie et société d'autre part, que se pose la question de la mutation « verte » et de son inscription dans une trajectoire industrielle dépendante du passé tout autant que du (ou des futurs) construit(s) collectivement. En outre, c'est aussi à ce niveau que se joue la question de l'ancrage territorial des activités et de leur inscription dans des dynamiques scalaires complexes mettant en jeu autant les trajectoires industrielles que les stratégies individuelles.

8. Propos tenus par H. Leydier, directeur industriel d'Emin Leydier à l'occasion du Colloque Interfibres (6-8 septembre 2011) et rapportés sur le site du colloque : <http://www.interfibres.com/actualites/881-actualites-21-03-11.html>.

9. L'usine de Tartas est un ancien site papetier situé dans les Landes qui a entrepris en 1994 – suite au rachat par le groupe canadien Tembec – une réorientation stratégique dans le domaine de la production de biopolymères. Tembec Tartas est classée aujourd'hui au premier rang mondial des producteurs de cellulose pour les marchés d'éthers cellulosiques et de nitrocelluloses et au troisième rang mondial pour les marchés des lignosulfonates (Source : Tembec Tartas, 2014).

10. Journal *Sud Ouest*, édition en ligne du 06/10/2012 : <http://www.sudouest.fr/2012/10/06/la-papeterie-est-bien-une-bioraffinerie-841776-3333.php>.

Entre mutation verte et bioraffinerie Redéfinition de l'ancrage territoriale de l'industrie papetière

Le changement en cours amène à s'interroger sur l'ancrage territorial de l'IP et sur la nature des tensions scalaires et des rapports de force territoriaux qui accompagnent le processus de mutation « verte ». Dans la perspective de réarticuler les échelles associées aux enjeux écologiques, économiques et politiques d'une part et de contrecarrer les dynamiques actuelles de redistribution géographique des flux de ressources (matières premières, produits et valeur ajoutée) d'autre part, la mutation verte se traduit en effet par une redéfinition des logiques spatiales (géographiques et institutionnelles) de développement industriel. Or cet ancrage territorial de l'industrie est autant la résultante des stratégies d'implantation des sites de production que des interdépendances territoriales qui interviennent dans le cadre des rapports de compétition et de collaboration entre les différentes firmes et des jeux d'échelles impliqués dans les processus de régulation de l'industrie.

1. Les différentes dimensions territoriales de l'industrie papetière

Principalement dominée par des grands groupes dont le capital est largement internationalisé, l'industrie papetière repose sur des logiques d'échanges mondialisées et s'organise autour de rapports de concurrence qui mettent en compétition les groupes entre eux. Cette dimension mondiale est une composante forte de l'IP, symbolisant la volonté de ses principaux acteurs de s'inscrire dans une dynamique de globalisation. Toutefois, l'ancrage territorial de l'IP est bien loin de se résumer à cette seule échelle mondiale. Même si la plupart de ces groupes sont internationaux, ils conservent cependant des logiques d'implantation géographique et mettent fortement en concurrence leurs propres

sites de production les uns par rapport aux autres. En outre, il est bien évident que la répartition du marché, des matières premières et de toutes les autres ressources entrant dans le système productif ne se fait pas de manière homogène. Par conséquent, l'univers globalisé de l'IP demeure territorialisé. Dans ce contexte, l'ancrage territorial de l'IP prend un caractère multiscalaire où les grandes régions du monde, les pays comme les localités, constituent des espaces d'affrontement des intérêts et de mise en concurrence ou au contraire de collaboration et d'échange.

L'Europe est *a priori* une zone de développement relativement favorable pour les firmes papetières, dans la mesure où la proximité du marché est un critère important pour ces groupes dans leur stratégie d'implantation, mais elle offre des perspectives de croissance sur les marchés traditionnels (papiers et cartons) assez limitées. En l'occurrence, les prévisions en matière d'évolution de la demande à échéance 2050 pour la zone Europe sont comprises entre 0,2 % (Europe du Nord et de l'Ouest) et 2,7 % (Europe de l'Est), alors qu'elles atteignent 6,9 % en Asie du Sud (Järvinen *et al.*, 2012). Toutefois, si le marché de la pâte à papier a fortement tendance à s'internationaliser, l'essentiel du commerce des produits papetiers élaborés (papiers et cartons) demeure régional, sachant qu'à peine 7 % de la consommation est importée¹¹. En France¹² par exemple, pour les papiers et cartons, 90 % des importations et 80 % des exportations s'effectuent au sein de l'Union européenne alors que seulement 50 % des importations de pâte viennent de la région. L'Amérique du Nord a longtemps été un fournisseur important mais, depuis le milieu des années 2000, l'Amérique du Sud l'a supplantée

11. CEPI (2013). *Sustainability report*, p. 20.

12. COPACEL (2011). *Les données pour l'industrie papetière française sont issues des statistiques de l'industrie papetière française*.

et désormais elle représente plus de 35 % de la pâte importée. En revanche, la fixation des prix dépend largement du niveau des échanges internationaux. Or, depuis plusieurs années, l'industrie papetière au niveau mondial rencontre des problèmes de surproduction, l'ajustement s'effectue de façon cyclique mais les phénomènes de tension conjoncturelle entraînent des ajustements structurels assez importants au niveau des différents groupes et conduisent à un processus de concentration sectorielle (Ojala *et al.*, 2012). Selon certains travaux de perspectives, les capacités de production de l'IP en Europe pourraient ainsi diminuer de 25 à 30 % (par rapport à 2010) à échéance 2030 (Raunikaar *et al.*, 2010).

En France, la période de baisse de performance de l'industrie papetière au début des années 2000, s'est traduite par la mise en œuvre d'une politique industrielle d'amélioration de la productivité des unités mais aussi par la fermeture de certains sites¹³. Dans ce contexte, les critères qui déterminent la compétitivité d'une implantation locale par rapport à une autre sont liés au coût de la main-d'œuvre, au coût de l'énergie (16 %), aux contraintes environnementales, aux coûts du transport mais aussi et surtout à la qualité et au coût de l'approvisionnement (estimé à plus de 40 % du coût total de production, dont environ 15 % pour le bois, 11 % pour le papier recyclé et 18 % pour la pâte)¹⁴. La situation des sites français, au regard de l'approvisionnement est comparable à celle des autres sites de l'Europe de l'Ouest, mais significativement moins bonne que celle de nouveaux pays producteurs de l'hémisphère sud ou même dans une certaine mesure que celle des pays scandinaves (Juillot, 2003). Le développement de l'utilisation de produits recyclés contribue à réduire la dépendance des

unités de production vis-à-vis de l'approvisionnement en matière lignocellulosique mais le recyclage n'augmente pas aussi vite que la consommation de produits papetiers. La nature de la ressource et les conditions d'accès à cette ressource lignocellulosique demeurent donc des facteurs déterminants dans le choix d'implantation des unités papetières, au même titre d'ailleurs que les conditions d'accès à l'énergie. Dans cette perspective, le développement des forêts de plantation dans les pays de l'hémisphère sud est favorable à la relocalisation de l'industrie papetière dans ces régions où le coût de la main-d'œuvre est faible, d'autant plus qu'elles deviennent aussi de gros consommateurs de produits papetiers.

Comme l'Europe, l'Amérique du Nord est aussi confrontée à cette concurrence croissante de l'Asie et de l'Amérique du Sud. Pour ces pays occidentaux l'enjeu associé à l'émergence de la filière bioraffinerie est donc considérable puisqu'elle est censée leur offrir l'opportunité de renverser le processus de délocalisation des unités de production en misant sur l'avantage concurrentiel que pourrait leur apporter ce nouveau modèle industriel par rapport aux pays du Sud. Ainsi, au sein du nouveau paysage industriel qui se profile s'organisent de nouvelles dynamiques territoriales en lien avec les stratégies individuelles des sites de production et les choix d'investissement des groupes papetiers. De même, on se dirige vers une recomposition des jeux d'échelle relatifs au traitement des problèmes d'innovation, d'organisation des marchés des produits « verts » ou encore d'approvisionnement et de gestion de la ressource lignocellulosique. Tous ces éléments liés au développement, encore largement potentiel, de la bioraffinerie contribuent donc à faire évoluer la logique d'implantation des unités de production papetière, mais aussi et surtout ils ont pour conséquence d'inscrire l'IP dans de nouvelles formes de rapports territoriaux.

13. *L'industrie papetière en chiffres. Chiffres clés* (2008). SESSI Édition.

14. CEPI (2013). *Sustainability report*, p. 16.

2. Des relations multilocales et multiscalaires, moteur du développement de la bioraffinerie

En 2011, le rapport Star-colibri¹⁵ montre les potentiels de la production de biocarburants en Europe à l'horizon 2030 à partir de la coexistence entre de grandes firmes orientées vers des marchés internationaux avec des plus petites structures destinées à alimenter des réseaux de chaleur locaux. En outre, la production de biocarburants de deuxième génération utilise l'intégralité de la lignocellulose des plantes ou de la biomasse (bois, paille, déchets résidus agricoles et forestiers, cultures dédiées), son développement ne peut donc être envisagé sans s'inscrire dans les pratiques et les savoir-faire industriels et logistiques de l'IP et de l'industrie bois en général (Arbuthnott *et al.*, 2010). Ainsi, l'émergence de cette industrie qui devrait être porteuse d'un nouveau modèle productif est bien traversée par des problématiques spatiales qui à l'échelle microéconomique se traduisent par un questionnement sur les facteurs déterminants les choix d'implantation des acteurs, mais qui s'inscrivent également dans des logiques individuelles et collectives dont les dimensions macro- et méso-économique sont à prendre en compte.

En l'occurrence, la bioraffinerie suppose la valorisation de la biomasse lignocellulosique et son développement est porteur d'enjeux environnementaux territoriaux. Le terme de biomasse lignocellulosique recouvre en effet des réalités aussi diverses que la matière végétale provenant des déchets agricoles (pailles de céréales, tiges de maïs, bagasses de cannes à sucre...), les déchets d'exploitation forestière (branches, rameaux, troncs...), les déchets de l'industrie du bois (sciures,

rebuts, liqueurs noires...) ou les produits de peuplements dédiés à fort rendement. De prime abord, la valorisation de cette biomasse par de nouveaux procédés de bioraffinerie peut être pensée et construite en termes d'écologie industrielle (Beaurain, Brulot, 2011). L'allocation spatiale des sites d'exploitation serait alors guidée par la minimisation des impacts de l'industrie sur l'environnement (en termes de déchets mesurés en flux de matières et d'énergie). Toutefois, cette approche en termes d'écologie industrielle ne garantit pas pour autant la prise en charge, à l'échelle des territoires, de l'ensemble des questions relatives au développement durable (dans ses dimensions sociale et environnementale) (Vivien, 2003). Elle conduit le plus souvent à une division du travail gérée selon des logiques de déconnexion entre les lieux de production des ressources et des matières premières, et les sites de raffineries (Nieddu, Vivien, 2012). Or les nombreux travaux institutionnalistes s'intéressant à la prise en compte des enjeux environnementaux, notamment ceux influencés par l'économie écologique (Paavola, Adger, 2005), ont clairement démontré que les arrangements institutionnels qui régulent les problèmes environnementaux sont fortement dépendants des relations d'interdépendances que nouent les acteurs en situation de gestion et d'exploitation d'une ressource donnée. Ces différents travaux conduisent à intégrer toute la complexité du processus d'émergence de la bioraffinerie en tant que modèle industriel. L'analyse de son empreinte spatiale implique de prendre en compte les dimensions temporelles et écologiques qui sont imbriquées dans l'institutionnalisation conjointe des technologies, des activités économiques et des territoires sans privilégier, *a priori*, une échelle spatiale plutôt qu'une autre (Smith, 2008 ; Colletis, 2010).

L'émergence de la bioraffinerie s'effectue dans un contexte de forte concurrence fondée sur l'innovation et sur les prix

15. Collaboration Initiative on Biorefineries (2011). *Star-colibri report, Joint European Biorefinery Vision for 2030. Strategic Targets for 2020* Collaboration Initiative on Biorefineries.

déterminants des stratégies de localisation complexes. La question de l'ancrage des activités se pose donc avec acuité. Cela implique de saisir les différentes échelles spatiales de choix économiques qui s'imposent ou que doivent faire les acteurs de l'IP. Ils sont confrontés avec le développement de la bioraffinerie à des mutations de la concurrence qui ne se limitent plus à celle par les prix et à des déterminants de la localisation des activités autres que les coûts de transports ou le mode d'accès aux matières premières. Cela suppose de prendre en compte les différentes formes d'articulation entre le local et le global en s'appuyant sur les pratiques des acteurs à partir d'une analyse de la diversité de leurs logiques, qui peuvent s'opposer mais qui sont toutefois déterminantes de la diversité des formes d'ancrage territorial d'une industrie.

*

* *

Le processus de conversion à l'économie verte soulève la question des conditions de (re)production des filières traditionnelles en tant que système industriel, autrement dit de l'articulation entre d'une part les logiques d'inscription des firmes dans une perspective de continuité et d'autre part leurs logiques de projection dans un avenir fortement empreint d'incertitude. L'idée sous-tendue par la notion de modernisation écologique étant effectivement que les sociétés répondent aujourd'hui aux enjeux (notamment environnementaux) de demain en infléchissant la trajectoire de développement des composantes de leur système économique sur la base d'un ensemble de compromis inter- et intra-générationnels. Le phénomène n'est alors ni totalement itératif puisqu'il véhicule en partie l'idée qu'il est nécessaire de rompre avec un passé jugé non vertueux, ou au moins non adapté au contexte actuel, ni totalement en rupture dans la mesure où

le sens que l'on donne au changement est largement déterminé par la nécessité de conserver l'existant.

En l'occurrence, nous avons pu constater que, pour l'IP, le développement de la bioraffinerie relève d'une situation d'incertitude radicale tant d'un point de vue technologique qu'institutionnel. Plus précisément, on avance l'idée ici que cette trajectoire de changement de l'IP est confrontée à la régulation de deux types d'incertitudes radicales : celles relatives à la production et au marché. D'une part, même si l'IP semble en situation relativement favorable pour incorporer au sein de son modèle productif la technologie de bioraffinage, on peut s'interroger sur la compatibilité de tels choix d'investissement avec les anciennes logiques de concentration et de gain de productivité. D'autre part, le marché des produits biosourcés se présente comme particulièrement prometteur à l'avenir, mais dans quelle mesure l'IP sera-t-elle capable de s'insérer dans ces nouveaux circuits de commercialisation et de rivaliser avec les industriels de la chimie ou du raffinage ? Une part importante de la littérature actuelle sur le sujet ne prend pas en compte cette situation d'incertitude radicale. En Europe et en Amérique du Nord, les réflexions sont principalement portées par les tenants du modèle intégré (*Integrated Forest Biorefinery*) qui correspond à l'introduction de la bioraffinerie comme une composante supplémentaire de la chaîne de valeur de l'industrie du bois, via l'adaptation du *process* papetier (Moshkelani *et al.*, 2013). Face à cette posture qui véhicule l'idée que la trajectoire de développement technologique conduit à un *dominant design* industriel, notre proposition consiste au contraire à mettre au cœur de l'analyse les facteurs socio-économiques et politiques impliqués dans la mutation industrielle, à travers la diversité de ses dimensions institutionnelles et de ses composantes territoriales.

L'intérêt majeur de cette posture, par rapport à la littérature inscrite dans le champ de la modernisation écologique (Jänicke, 2008), serait de considérer que le développement d'une innovation environnementale de type bioraffinerie relève d'une économie politique industrielle qui pose davantage le problème de la transformation industrielle en termes d'autonomie et de diversité des trajectoires productives qu'en termes de convergence des modèles industriels. Ainsi, il s'agirait premièrement de s'intéresser aux rôles que jouent les acteurs de l'industrie papetière autant dans la construction du problème public de la transition énergétique et de la bioéconomie que dans sa traduction (mise en politique publique) technologique, normative, réglementaire et économique. Les travaux qui s'inspirent de la sociologie politique et qui s'intéressent à la « politisation » (Lagroye, 2003), au « travail politique » (Jullien, Smith, 2008) ou au « travail institutionnel » (Lawrence *et al.*, 2011) offrent des perspectives analytiques intéressantes pour appréhender ce rôle des acteurs industriels

dans la construction d'une identité industrielle et de sa stabilisation. En outre, cette économie politique industrielle confère à l'historicité des institutions, mais surtout à l'identité des collectifs industriels et à leur logique d'ancrage territorial, un effet déterminant dans la définition du sens des changements et dans l'orientation des pratiques des acteurs impliqués dans la vie d'une industrie. Ce processus de patrimonialisation pourrait donc être étudié en parallèle à travers un ensemble d'éléments patrimoniaux (Nieddu, 2007 ; Nieddu *et al.*, 2010) considérés comme des ressources politiques et institutionnelles, par exemple ceux relatifs à la spécificité des circuits d'approvisionnement ou encore des compétences professionnelles qui sont régulièrement mis en avant par les acteurs de l'IP pour défendre leurs intérêts. Ainsi, dans la perspective de travaux futurs, l'analyse croisée en termes de travail politique et de patrimoines productifs doit permettre de mieux saisir la trajectoire de l'IP dans le contexte du développement de la bioéconomie, dont les contours restent à définir. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amable, B., Petit, P. (2002). « La diversité des systèmes sociaux d'innovation et de production dans les années 1990 », in Touffut, J. P. et Amable, B. (dir.), *Institutions et innovation. De la recherche aux systèmes sociaux d'innovation*. Paris, Albin Michel, pp. 23-66.
- Arbuthnott A., Eriksson J., Wincent J. (2010). When a New Industry Meets Traditional and Declining Ones: An Integrative Approach Towards Dialectics and Social Movement Theory in a Model of Regional Industry Emergence Processes. *Scandinavian Journal of Management*, vol. 26, n° 3, pp. 290-308.
- Autant-Bernard, C. (2010) L'économie industrielle depuis 30 ans : réalisations et perspectives. *Revue d'économie industrielle*, n° 1, pp. 203-36.
- Bajpai P. (2013). Chapter 3 – Emerging Biorefinery Process Options, in *Biorefinery in the Pulp and Paper Industry*. Boston, Academic Press, pp. 17-63.
- Beaurain C., Brulot S. (2011). L'écologie industrielle comme processus de développement territorial: une lecture par la proximité. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, n° 2, pp. 313-40.
- Beise M., Rennings K. (2005). Lead Markets and Regulation: A Framework for Analyzing the International Diffusion of Environmental Innovations. *Ecological Economics*, vol. 52, n° 1, pp. 5-17.
- Benko G., Lipietz A. (1992). *Les régions qui gagnent : districts et réseaux: les nouveaux*

- paradigmes de la géographie économique*. Paris, Presses universitaires de France.
- Bergh J. J. M., Kallis G. (2013). A Survey of Evolutionary Policy: Normative and Positive Dimensions. *Journal of Bioeconomics*, vol. 15, n° 3, pp. 281-303.
- Bernauer T., Engel S., Kammerer D., Sejas Nogareda J. (2007). Explaining Green Innovation: Ten Years after Porter's Win-Win Proposition: How to Study the Effects of Regulation on Corporate Environmental Innovation? *Politische Vierteljahresschrift*, n° 39, pp. 323-341.
- Bewa H., Le Ravalec V. (2012). Le contexte : re-conversion de la chimie vers la chimie verte. *Oleagineux, corps gras, lipides*, vol. 19, n° 1, pp. 1-5.
- Binz C., Truffer B., Coenen L. (2014). Why Space Matters in Technological Innovation Systems. Mapping Global Knowledge Dynamics of Membrane Bioreactor Technology. *Research Policy*, vol. 43, n° 1, pp. 138-55.
- Bouba-Olga O., Carrincazeaux C., Coris M. (2008). La proximité, 15 ans déjà ! *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, n° 10, pp. 279-88.
- Brand U. (2012). Green Economy: the Next Oxymoron? No Lessons Learned from Failures of Implementing Sustainable Development. *GAIA*, vol. 21, n° 1, pp. 28-32.
- Carlsson B. (dir.) (1997). *Technological Systems and Industrial Dynamics*. Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Carrillo-Hermosilla J., del Rio Gonzalez P., Könnölä T. (2009). *Eco-Innovation. When Sustainability and Competitiveness Shake Hands*. New York, Palgrave Macmillan.
- Chambost V., McNutt J., Stuart P. R. (2008). Guided Tour: Implementing the Forest Biorefinery (Fbr) at Existing Pulp and Paper Mills. *Pulp & Paper Canada*, vol. 109, n° 7, pp. 1-9.
- Carrincazeaux, C. (2011). Les dynamiques spatiales de l'innovation, in M.-C. Belis-Bergouignan, B. Jullien, Y. Lung et M. Yildizoglu (dir.), *Industries, innovation, institutions. Éléments de dynamique industrielle*. Pessac, Presses universitaires de Bordeaux, pp. 243-94.
- Cherubini F. (2010). The Biorefinery Concept: Using Biomass Instead of Oil for Producing Energy and Chemicals. *Energy Conversion and Management*, vol. 51, n° 7, pp. 1412-1421.
- Colletis G. (2010). Co-évolution des territoires et de la technologie : une perspective institutionnaliste. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, n° 2, pp. 235-249.
- Consonni S., Katofsky R. E., Larson E. D. (2009). A Gasification-Based Biorefinery for the Pulp and Paper Industry. *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 87, n° 9, pp. 1293-1317.
- de Ferrière le Vayer M. (2008). Did the Progressive Absorption of the French Paper Industry Create European Firms? In Harm G. Schröter (dir.), *The European Enterprise*. Berlin-Heidelberg, Springer, pp. 195-205.
- Dolata U. (2009). Technological Innovations and Sectoral Change: Transformative Capacity, Adaptability, Patterns of Change: An Analytical Framework. *Research Policy*, vol. 38, n° 6, pp. 1066-1076.
- Doloreux, D., Bitard, P. (2005). Les systèmes régionaux d'innovation: discussion critique, *Géographie, économie, société*, vol. 7, n° 1, pp. 21-36.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, vol. 11, n° 3, pp. 147-162.
- Duez P. (2011). La place de l'économie des territoires dans la construction d'une théorie générale intégrant l'espace. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 4, pp. 735-764.
- Fagerberg J. (2003). Schumpeter and the Revival of Evolutionary Economics: An Appraisal of the Literature. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 13, n° 2, pp. 125-159.
- Ferru M. (2009). La trajectoire cognitive des territoires : le cas du bassin industriel de Châtelleraut. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 5, pp. 935-955.
- Freeman C. (1995). The 'National System of Innovation' in Historical Perspective. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 5-24.

- Fronzel M., Horbach J., Rennings K. (2007). End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions across OECD Countries. *Business Strategy and the Environment*, vol. 16, n° 8, pp. 571-584.
- Gabel H. L., Sinclair-Desgagne B. (1998). The Firm, Its Routine and the Environment. *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics*, 1998/99, H.L. Tietenberg/Folmer, pp. 98-118.
- Geels F. W. (2002). Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-Level Perspective and a Case-Study. *Research Policy*, vol. 31, n° 8-9, pp. 1257-1274.
- Geels F. W. (2004). From Sectoral Systems of Innovation to Socio-Technical Systems: Insights About Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory. *Research Policy*, vol. 33, n° 6-7, pp. 897-920.
- Geels F. W., Kemp R. (2007). Dynamics in Socio-Technical Systems: Typology of Change Processes and Contrasting Case Studies. *Technology in Society*, vol. 29, n° 4, pp. 441-455.
- Geels F. W., Schot J. (2007). Typology of Socio-technical Transition Pathways. *Research Policy*, vol. 36, n° 3, pp. 399-417.
- Gilly J.-P., Torre A. (2000). *Dynamique de proximité*. Paris, L'Harmattan.
- Hajer M. (1995). *The Politics of Environmental Discourse: Ecological Modernization and the Policy Process*. Oxford, UK, Oxford University Press.
- Hämäläinen S., Näyhä A., Pesonen H.-L. (2011). Forest Biorefineries: a Business Opportunity for the Finnish Forest Cluster. *Journal of Cleaner Production*, vol. 19, n° 16, pp. 1884-1891.
- Horbach J., Rammer C., Rennings K. (2012). Determinants of Eco-Innovations by Type of Environmental Impact: the Role of Regulatory Push/Pull, Technology Push and Market Pull, *Ecological Economics*, vol. 78, n° 0, pp. 112-22.
- Huber J. (2008). Pioneer Countries and the Global Diffusion of Environmental Innovations: Theses from the Viewpoint of Ecological Modernisation Theory. *Global Environmental Change*, vol. 18, n° 3, pp. 360-367.
- Jänicke M. (2008). Ecological Modernisation: New Perspectives. *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, n° 5, pp. 557-565.
- Järvinen J., Lamberg J.-A., Nokelainen T., Tikkanen H. (2012). Global Demand for Paper Products: 2006-2050. In *The Evolution of Global Paper Industry 1800-2050*, pp. 307-343, Springer.
- Juillot D. (2003). *La filière bois française. La compétitivité enjeu du développement durable*. Assemblée nationale.
- Jullien B., Smith A. (2008). "Introduction: Industries, Globalization and Politics", in B. Jullien, A. Smith (dir.), *Industries and Globalization. The Political Causality of Difference*. London, Palgrave, pp. 1-28.
- Kamm B., Gruber P. R., Kamm M. (2012). Biorefineries: Industrial Processes and Products. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Kemp R., Pearson P. (2008). *Final Report Mei Project About Measuring Eco-Innovation*. Maastricht.
- King D., Inderwildi O., Williams A., Hagan A. (2010). *The Future of Industrial Biorefineries*. White Paper for the World Economic Forum 2010.
- Lagroye J. (2003). « Les processus de politisation », in J. Lagroye (dir.), *La Politisation*, Paris, Belin, pp. 359-372.
- Lamberg J.-A., Ojala J. (2006). Evolution of Competitive Strategies in Global Forestry Industries: Introduction, in J.-A. Lamberg, J. Näsi, J. Ojala, P. Sajasalo (dir.), *The Evolution of Competitive Strategies in Global Forestry Industries*, Springer Netherlands, pp. 1-29.
- Lawrence T., Suddaby R., Leca B. (2011). Institutional Work: Refocusing Institutional Studies of Organization. *Journal of Management Inquiry*, vol. 20, n° 1, pp. 52-58.
- Loorbach D. (2010). Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance*, vol. 23, n° 1, pp. 161-83.

- Malerba F. (2002). Sectoral Systems of Innovation and Production. *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 247-264.
- Montouroy Y., Sergent A. (2014). Le jeu transcalaire des papetiers dans le cadre de la mise en œuvre de la politique « climat-énergie » : le cas de L'Aquitaine. *Critique internationale*, vol. 62, n° 1, pp. 57-72.
- Moshkelani M., Marinova M., Perrier M., Paris J. (2013). The Forest Biorefinery and Its Implementation in the Pulp and Paper Industry: Energy Overview. *Applied Thermal Engineering*, vol. 50, n° 2, pp. 1427-1436.
- Mouhoud E. M. (2013). VIII. La délocalisation des activités d'innovation : une menace pour les pays développés ? *Repères*, n° 4, pp. 100-111.
- Näyhä A., Pesonen H.-L. (2012). Diffusion of Forest Biorefineries in Scandinavia and North America. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 79, n° 6, pp. 1111-1120.
- Näyhä A., Pesonen H.-L. (2014). Strategic Change in the Forest Industry Towards the Biorefining Business. *Technological Forecasting and Social Change*, n° 81, pp. 259-271.
- Nelson E. R. (dir.) (1963). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford. Oxford University Press.
- Nieddu M. (2007). Le patrimoine comme relation économique. *Économie appliquée*, vol. 60, n° 3, pp. 31-56.
- Nieddu M., Garnier E., Bliard C. (2010). L'émergence d'une chimie doublement verte. *Revue d'économie industrielle*, n° 132, 4^e trimestre.
- Nieddu M., Vivien F. (2012). Green Chemistry: Toward a Sectorial Approach of the Sustainable Development? *Économie appliquée*, vol. 65, n° 2, pp. 169.
- Ojala J., Voutilainen M., Lamberg J.-A. (2012). The Evolution of the Global Paper Industry: Concluding Remarks. In *The Evolution of Global Paper Industry 1800-2050*. Dordrecht-London, Springer, pp. 345-363.
- Oltra V., Saint Jean M. (2009). Sectoral Systems of Environmental Innovation: An Application to the French Automotive Industry. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 76, n° 4, pp. 567-583.
- Orléan A. (2002). Le tournant cognitif en économie. *Revue d'économie politique*, vol. 112, n° 5, pp. 717-738.
- Paavola J., Adger W. N. (2005). Institutional Ecological Economics. *Ecological Economics* vol. 53, n° 3, pp. 353-368.
- Pätäri S. (2010). Industry- and Company-Level Factors Influencing the Development of the Forest Energy Business. Insights from a Delphi Study. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 77, n° 1, pp. 94-109.
- Pätäri S., Kyläheiko K., Sandström J. (2011). Opening up New Strategic Options in the Pulp and Paper Industry: Case Biorefineries. *Forest Policy and Economics*, vol. 13, n° 6, pp. 456-464.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.
- Pecqueur B. (2006). Le tournant territorial de l'économie globale. *Espaces et Sociétés*, n° 2, pp. 17-32.
- Poole N. J., Wildish D. J., Kristmanson D. D., Waldichuk M. (1977). The Effects of the Pulp and Paper Industry on the Aquatic Environment. *C R C Critical Reviews in Environmental Control*, vol. 8, n° 1-4, pp. 153-195.
- Porter M. E., Linde C. V. D. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, n° 4, pp. 97-118.
- Ragauskas A., Nagy M., Kim D. (2007). From Wood to Fuels. Integrating Biofuels and Pulp Production. *Industrial biotechnology*, vol. 2, n° 1, pp. 55-65.
- Rallet A., Torre A. (2009). Temporary Geographical Proximity for Business and Work Coordination: When, How and Where? *SPACES online*, vol. 7, n° 2.
- Raunikar R., Buongiorno J., Turner J. A., Zhu S. (2010). Global Outlook for Wood and Forests with the Bioenergy Demand Implied by Scenarios of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Forest Policy and Economics*, vol. 12, n° 1, pp. 48-56.
- Rennings K. (2000). Redefining Innovation. *Eco-Innovation Research and the Contribution*

- from Ecological Economics. *Ecological Economics*, vol. 32, n° 2, pp. 319-332.
- Rip A., Kemp R. (1998). Technological Change, in S. Rayner & E. Malone (dir.), *Human Choices and Climate Change*. Colombus, Ohio, Battelle Press, pp. 327-99.
- Schot J., Fischer K. (1993). *Environmental Strategies for Industry: International Perspectives on Research Needs and Policy Implications*. Island Press, Washington D.C.
- Sgard F., Harayama Y. (2013). *La bioéconomie aujourd'hui, et ses perspectives de développement*. Paris, Annales des Mines-Réalités industrielles.
- Smith A. (2008). À la recherche du territoire. Lecture critique de quatre ouvrages sur la France infranationale. *Revue française de science politique*, vol. 58, n° 6, pp. 1019-27.
- Smith A., Stirling A., Berkhout F. (2005). The Governance of Sustainable Socio-Technical Transitions. *Research Policy*, vol. 34, n° 10, pp. 1491-1510.
- Söderholm P., Lundmark R. (2009). The Development of Forest-Based Biorefineries: Implications for Market Behavior and Policy. *Forest Products Journal*, vol. 59, n° 1-2, pp. 6-16.
- Tissot-Colle C., Jouzel J. (2013). *La Transition énergétique : 2020-2050. Un avenir à bâtir, une voie à tracer*. Conseil économique, social et environnemental.
- Towers M., Browne T., Kerekes R., Paris J., Tran H. (2007). Biorefinery Opportunities for the Canadian Pulp and Paper Industry. *Pulp & Paper Canada*, vol. 108, n° 6, pp. 109-112.
- Van Heiningen A. (2007). Converting a Kraft Pulp Mill into an Integrated Forest Products Biorefinery. *Technical association of the pulp and paper industry of Southern Africa Journal*, May.
- Vivien F.-D. (2003). Rencontre du troisième type... d'écosystème ou quand l'écologie devient industrielle. *Innovations*, n° 2, pp. 43-57.
- Zimmermann J.-B. (2001). The Firm/Territory Relationships in the Globalisation: Towards a New Rationale. *E.J.E.S.S.*, vol. 15, n° 1, pp. 57-75.