



COLEIT 2012

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE TROYES - 17 ET 18 OCTOBRE 2012

La durabilité territoriale des démarches d'écologie industrielle et territoriale (EIT) : l'exemple des bioraffineries

VERGER Yoann*, BRULLOT Sabrina*

CREIDD-ICD, UTT

Université de technologie de Troyes,

12, rue Marie Curie BP 2060 - 10010 Troyes (France)

Résumé

L'Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT) est une démarche opérationnelle visant à transformer les écosystèmes industriels en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels. Quels sont les meilleurs moyens, quantitatifs et/ou qualitatifs, pour évaluer le succès des démarches d'EIT ? Cette question est critique car si les démarches d'EIT ne sont pas suffisamment développées au niveau européen, nous supposons que c'est notamment parce que leurs retombées ne sont pas toujours faciles à définir, ni à évaluer, en vue notamment d'en démontrer l'intérêt. Par ailleurs, sur quels critères peut-on qualifier une démarche de succès ? Il semblerait que cela se traduise par une rentabilité économique et une amélioration globale des performances environnementales et sociales d'un système. Nous proposons ainsi d'aborder ce problème plus particulièrement sous l'angle de la durabilité territoriale compte tenue de la nécessaire contextualisation de ce type de démarches. Au-delà de la description sommaire de la durabilité territoriale et de ses différentes facettes selon l'échelle de territoire considéré, il s'agit de définir comment les démarches d'EIT sont évaluées : l'étude s'appuie alors sur l'analyse des projets d'intégration territoriale des complexes de bioraffineries, cas particulier de démarche d'écologie industrielle. La revue dans la littérature des différentes définitions de la durabilité territoriale permet d'en réaliser une première typologie selon les différents territoires considérés. Puis seront examinés sur le même modèle d'analyse les projets d'implantation ou de reconfiguration de bioraffineries, afin de caractériser encore une fois les définitions, les enjeux et les méthodes employées. Enfin une approche croisée des méthodes d'évaluation de la performance de ce type de projet sur le plan de la durabilité territoriale avec la typologie de la durabilité territoriale proposée précédemment permettra d'identifier les méthodes semblant les plus appropriées et les éventuels aspects négligés lors de ces évaluations. En conclusion ce travail permettra de resituer la problématique de l'évaluation des démarches d'EIT par rapport à la définition de la performance attendue, et de la meilleure échelle à considérer.

Mots-clés : durabilité, territoire, bioraffinerie, écologie industrielle et territoriale

* Auteurs à qui la correspondance devrait être adressée : yoann.verger@uvsq.fr
sabrina.brullot@utt.fr

1. Introduction

« L'écologie industrielle vise une optimisation à l'échelle de groupes d'entreprises, de régions, et même du système industriel dans son ensemble » (Erkman, 1998). Quelle est cette optimisation ? Par la prise en compte des différents flux de matières et d'énergie qui circulent dans la sphère industrielle, essayer de coupler ou de trouver des associations logiques permettant de diminuer l'impact global sur l'environnement. Cela passe par un management global des ressources et des déchets, ainsi que par une coopération volontaire de la part des entreprises. Mais on peut également englober les collectivités dans cette sphère en ce sens qu'elles consomment et génèrent des flux qui peuvent également être concernés par les démarches d'EIT. L'EIT a donc comme application première la réutilisation des déchets des uns comme ressources par d'autres, mais elle doit aussi être vue comme un cadre théorique de recherche scientifique et un domaine d'application en ingénierie des organisations innovantes (Bansal et Roth, 2000). Une question qui émerge alors est de savoir comment évaluer la performance des projets engagés et selon quels critères : quelles sont les meilleurs moyens, quantitatifs et/ou qualitatifs, pour évaluer les performances des démarches d'EIT ? Qu'est-ce qu'une démarche performante ? Cette question découle d'une précédente : pourquoi étudier les performances des démarches d'EIT ? Cette question est critique car si les démarches d'EIT ne sont pas suffisamment développées au niveau européen, au-delà des écueils économiques, techniques et réglementaires évoqués traditionnellement dans la littérature scientifique (Mirata, 2004) et de l'insuffisante prise en considération du facteur organisationnel, humain et territorial (Brulot et Beaurain, 2011) dans ces démarches, nous pouvons supposer que c'est également parce que leurs retombées – économiques, sociales et environnementales – ne sont pas toujours faciles à définir, ni à évaluer. Or l'évaluation des retombées, du retour sur investissement, est capitale pour les décideurs, qu'ils soient entrepreneurs privés ou agents à l'aménagement du territoire. Pour convaincre ces décideurs d'entrer dans une démarche d'écologie industrielle, les exemples frappants de projets dont on arrive à démontrer la performance peuvent servir de déclic. Mais comment croire à une performance donnée si les outils pour la mesurer ne sont pas normés, voire si la définition même de la notion de performance n'est ni énoncée ni partagée. Une méthodologie acceptée et reconnue internationalement pour évaluer les performances de telles démarches peut donc faciliter le développement de l'EIT.

Outre le fait qu'une telle méthodologie peut conduire à la diffusion de résultats incitant les investisseurs à se lancer, elle peut aussi faciliter le dialogue entre les parties prenantes. En effet il n'est pas simple de gérer les différentes priorités et enjeux de chacun, et une approche permettant de mettre en lumière les bénéfices – et notamment les bénéfices indirects, non chiffrables et collectifs, c'est-à-dire les plus compliqués à mesurer – peut aider à surmonter des blocages. Mais si l'évaluation des démarches d'EIT est si critique, pourquoi un outil reconnu n'existe pas déjà ? Parce qu'une multiplicité d'évaluations de caractère différent sont nécessaires. Tout d'abord, l'écologie industrielle repose par principe sur une réduction des impacts environnementaux mais ce critère n'est pas souvent mesuré de manière globale, notamment concernant les éventuels transferts de pollution. De plus, l'EIT présente des enjeux économiques, et indirectement sociaux, pour les entreprises et les territoires. Or se pose la question de l'articulation des ces évaluations : qu'est ce qui doit être priorisé ? Une synergie couteuse mais procurant un énorme bienfait environnemental, ou une synergie plus modeste mais plus rentable ? Et se pose également la question de la mesure précise des bienfaits supposés et de l'échelle à laquelle on les considère. A un niveau plus global, les démarches d'écologie industrielle sont censées amener la société industrielle dans laquelle nous vivons vers un avenir durable : mais qu'en est-il ? Les démarches d'EIT sont des solutions locales, sensées répondre à des enjeux de durabilité très localisés, mais également très globaux. En quoi un territoire s'engageant dans une démarche d'EIT assure-t-il sa transition vers la durabilité ? Par ailleurs, peut-on seulement définir la durabilité ? Quels sont les critères à prendre absolument en compte ? Les réponses à toutes ces questions peuvent encore une fois

servir la cause du développement de l'EIT, et donc fournir la possibilité de réellement commencer l'éco-restructuration évoquée par Suren Erkman (op. cit.). Sans chercher à répondre à toutes ces questions, l'objectif de cette communication est de s'intéresser à la notion de durabilité territoriale, et notamment à la manière dont elle s'exprime selon les territoires. En effet les enjeux de durabilité ne sont pas les mêmes et ne sont pas perçus de la même manière selon les échelles de territoires considérées (du local au global). Ils sont également inhérents aux spécificités de chaque territoire (urbain/rural, industriel/agricole, etc.). Une typologie des différents enjeux par type de territoires permettra ainsi de mieux comprendre la notion de durabilité territoriale, et donc les mécanismes à engager pour promouvoir les démarches d'EIT. Par ailleurs, nous nous intéresserons plus spécifiquement aux enjeux de durabilité territoriale des complexes de bioraffinerie, cas particulier de démarches d'EIT.

2. Durabilité territoriale

Dans cette partie la notion de durabilité territoriale est étudiée, à travers une revue de la littérature scientifique traitant de la relation entre ces deux notions, la durabilité et le territoire. Cette revue ne prétend pas être exhaustive, mais juste représentative. L'objectif est de parvenir à une (ou des) définition de ce qu'est la durabilité territoriale ; pour ce faire les différentes définitions trouvées, les critères et les méthodes pour l'évaluer seront classées par type de territoires concernés. L'hypothèse est donc que les différents territoires comparés possèdent des définitions, des critères et des méthodes d'évaluation de la durabilité territoriale qui leur sont propres. Ces territoires sont définis comme des constructions socio-historiques relativement indépendantes, dotés d'une gouvernance permettant d'élaborer des stratégies de développement durable (Cairol, 2009). Ce sont des espaces d'interactions, avec des ressources propres (Bagliani, 2010). Ils sont regroupés en 4 types¹ :

- le local : communes ou communauté de communes, le territoire local se caractérise par une diversité (quantitative et qualitative) des acteurs faible, un espace géographique restreint et une identité forte (définie comme un sentiment d'appartenance au territoire).
- Le régional : espace administratif défini comme un sous-ensemble d'un pays, le territoire régional se caractérise par une diversité des acteurs forte, un espace géographique restreint et une identité forte
- Le national : c'est le territoire des états ou des associations d'états (comme l'Union Européenne) ; il se caractérise par une diversité des acteurs forte, un espace géographique large et une identité forte
- Le mondial : ensemble du globe, le territoire mondial se caractérise par une diversité des acteurs forte, un espace géographique large et une identité faible.

2.1 Définition

Il apparaît que la notion de « durabilité territoriale » n'est pas souvent mise en avant : on parle plus souvent d'un « développement territorial durable » qui permet d'obtenir un « territoire durable ». Il s'agit par ailleurs d'une notion qui recouvre des réalités très différentes en matière de prise de décision et de méthodologie d'évaluation : la durabilité est relative au territoire et doit être appropriée par les acteurs concernés (Hamdouch et Zuideau, 2010). En effet certaines contraintes écologiques n'ont de sens absolu qu'au niveau planétaire : le réchauffement climatique par exemple. Aux autres niveaux, des échanges, des substitutions et des déséquilibres sont possibles et la contrainte écologique devient relative. En ce sens, le développement durable n'est pas fractal : il faut faire attention aux changements d'échelles et un territoire durable peut l'être au détriment d'un autre. L'équité territoriale doit ainsi trouver sa place dans la définition de durabilité territoriale (Zuideau 2005).

2.2 Critères

Du point de vue des critères de durabilité, peu de travaux sont trouvés concernant la caractérisation théorique d'un territoire durable (hormis les travaux de Zuideau sur l'équité territoriale). Au niveau mondial, ainsi qu'au niveau national la durabilité s'exprime par une

¹ Ces territoires sont inspirés par la division réalisée par Peti (2012)

recherche de réduction de la pauvreté, une stabilité sociale et un même accès aux services environnementaux. Aux niveaux inférieurs (régional et local), on se rapproche plus d'une durabilité vecteur d'attractivité: on protège l'environnement dans ce sens et l'aspect économique de la durabilité est mis en avant (Cairol, 2009). Ceci est encore plus vrai au niveau micro (communes, fermes...) où la notion de solidarité entre les hommes par delà les générations se dilue quelque peu dans le maintien immédiat d'une activité et d'un cadre de vie « durable ».

2.3 Méthodes

Les différentes méthodes servant à évaluer la durabilité d'un territoire peuvent être classées en 3 catégories :

1. modélisation systémique du territoire. C'est par exemple ce que réalise Trabalzi (2012) pour définir la qualité du développement rural, en prenant en compte le contexte institutionnel (dévoué au management des ressources naturelles), la capacité du secteur social et entrepreneurial à travailler ensemble et à exploiter les ressources, la qualité des relations (confiance, quantité d'informations échangées) entre les ressources locales et l'économie, le nombre et la densité de ces relations et enfin le pouvoir des producteurs locaux au sein de ces relations. La modélisation des enjeux et des attentes des acteurs est compliquée : de nombreux travaux tentent de les prendre en compte, par exemple à l'aide de matrices Input-Output (Maxim et O'Connor, 2009) et de fournir des analyses permettant de trouver des solutions optimales. Les modélisations systémiques s'intéressent donc à l'organisation du système étudié (en l'occurrence le territoire) pour définir s'il est durable et visent à optimiser les relations entre acteurs (notion de résilience) : la recherche est très active dans ce domaine.
2. analyses techniques. On mesure chaque critère un à un (érosion des sols par exemple), avec des objectifs à atteindre à chaque fois, fixés au niveau supra-territorial le plus souvent (législation nationale, européenne ou réglementation sectorielle). Ces analyses peuvent parfois agréger des critères (analyses éco-énergétiques par exemple). Le rendu des résultats est souvent simplifié de manière graphique (courbe, toiles d'araignées...) afin de faciliter la communication sur l'évolution du critère suivi par rapport aux objectifs. Les tableaux de bords et les indicateurs synthétiques permettent d'observer l'évolution vers un territoire plus durable (Olszak, 2010), sans toutefois généralement fixer les limites d'un territoire durable : l'accent est alors mis sur le développement durable plus que sur la durabilité. En effet pour la plupart des indicateurs (sociaux, environnementaux ou économiques), on ne connaît pas le seuil au-delà duquel le territoire peut être considéré comme durable.
3. méthodes participatives. C'est l'exemple des Agenda 21 où l'on fait participer les acteurs locaux à la définition des objectifs de durabilité. L'évaluation de cette durabilité en découle, et la notion de valeurs communes à partager et à diffuser dans le territoire est importante. La philosophie de fond est en effet qu'il est important de changer les valeurs qui sous-tendent le développement avant de changer les pratiques (Buclet, 2011). Par le développement de la démocratie participative, il s'agit de créer de la proximité (physique, institutionnelle et organisationnelle) et de promouvoir les capacités par l'innovation et la créativité. Des exemples sont les Agenda 21, la charte d'Aalborg pour les villes européennes, les initiatives citoyennes (AMAP, slow food). Les actions locales participatives permettent de développer des méthodologies propres aux territoires se rapprochant ainsi d'une recherche de durabilité territoriale, avec des indicateurs de performances spécifiques, et davantage qualitatifs que quantitatifs.

2.4 Conclusion sur la durabilité territoriale

Au final il apparaît que l'hypothèse selon laquelle il n'existe pas « une » durabilité territoriale, mais « des » durabilités territoriales paraît vérifiée. Que ce soit au niveau des définitions, des critères d'évaluation comme des méthodes, la durabilité territoriale change selon l'échelle de territoire concernée. Ainsi la durabilité locale vise à conserver une qualité de vie et une attractivité stable, via les notions de pérennité, de résilience et de multi-fonctionnalité du territoire. Cette durabilité peut être appréhendée par des études systémiques, des méthodes

participatives ou des analyses techniques. La durabilité régionale fait elle appel à la cohésion territoriale pour préserver son patrimoine naturel sans compromettre son développement économique, lui permettant d'assurer attractivité et plein emploi. Son évaluation peut être réalisée de la même manière que pour la durabilité locale. La durabilité nationale fait elle appel à la notion de développement durable pensée par Brundtland afin de garantir les mêmes droits à ses habitants et donc préserver sa stabilité sociale. Elle peut se mesurer via des études systémiques ou des analyses techniques, mais la complexité du territoire national rend difficile l'application de méthodes participatives. Enfin la durabilité mondiale fait appel à la même définition pour garantir l'équité d'accès aux ressources entre les différentes nations, garantir les droits de l'homme et empêcher la création de trop fortes dettes écologiques ; les études systémiques sont ici très difficiles, seules les analyses techniques peuvent donner une idée de son évaluation.

Table 1. Les durabilités territoriales

Durabilité	Locale	Régionale	Nationale	Mondiale
Définition	<i>perennité, résilience, multi-fonctionnalité</i>	<i>développement durable, résilience, cohésion territoriale</i>	<i>Solidarité inter et intra générationnelle</i>	<i>solidarité inter et intra générationnelle</i>
Enjeux	<i>attractivité, usage durable des ressources naturelles, qualité de vie</i>	<i>attractivité, emploi, gestion durable du patrimoine naturel</i>	<i>droits de l'homme, équité d'accès aux services environnementaux, stabilité sociale</i>	<i>droits de l'homme, équité d'accès aux services environnementaux, dette écologique</i>
Méthode	<i>systémiques, participatives, techniques</i>	<i>systémiques, participatives, techniques</i>	<i>systémiques, techniques</i>	<i>Techniques</i>

La durabilité territoriale est donc un concept changeant, suivant l'échelle, mais également suivant le type de territoire considéré. En quoi cela concerne-t-il l'évaluation des démarches d'EIT ? Parce que les démarches d'EIT sont des acteurs de cette durabilité territoriale : ils peuvent l'améliorer. Nous allons maintenant essayer de montrer comment des démarches existantes d'EIT, les projets d'implantation de bioraffineries, prennent en compte la durabilité, et si cette considération corrobore (ou non) les durabilités territoriales, et si ce n'est pas le cas, quelles améliorations ou orientations pourraient en être déduites pour les concepteurs ou évaluateurs futurs de ce type de projet.

3. Les bioraffineries

3.1 Définition

Qu'est-ce que ce qu'une bioraffinerie ? L'ADEME (l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, 2010) en fait la définition suivante : « ensemble industriel, localisé sur un site, traitant et raffinant des produits issus de la biomasse ». Cette définition est très large, et concerne aussi bien usine de bioéthanol, qu'une papeterie ou une boulangerie industrielle. Notre étude va se concentrer principalement sur les bioraffineries productrices de biocarburants et de leurs dérivés chimiques, d'une part en raison de la plus grande visibilité scientifique des études les concernant, mais aussi de par les enjeux forts de durabilité qui y sont liés (compétition avec les terres agricoles servant à l'alimentation humaine et animale par exemple).

3.2 Evaluation de la durabilité dans les projets de bioraffineries

Dans cette partie la notion de durabilité est étudiée, à travers une revue de la littérature scientifique traitant des projets de mise en place ou d'évaluation de bioraffineries. Cette revue ne prétend pas être exhaustive, mais juste représentative. L'objectif est de caractériser les différentes définitions, enjeux et méthodes d'évaluation de la durabilité dans ce type de projet.

3.2.1 Définition

Au niveau national et au niveau global, selon Nieddu et al. (2010), « le concept de « bioraffinerie » vise précisément à codifier une philosophie générale de l'usage dans l'industrie

chimique de la matière première agricole (point de vue technique) et de sa cohérence en termes de développement durable (point de vue sociétal) ». Ce type de bioraffinerie pourrait produire à la fois des biocarburants, de l'alimentation animale, des fertilisants, de la chaleur et de l'énergie. Solomon (2010) établit une revue des enjeux de durabilité liés aux biocarburants : l'échelle optimale, l'efficacité, l'équité, les enjeux socio-économiques (développement Nord-Sud) et enfin les impacts environnementaux. La durabilité des bioraffineries ne doit donc pas uniquement être jugée à l'aune de l'efficacité technico-économique, compte-tenu de leurs enjeux sociaux, sociétaux et de leurs impacts sur les écosystèmes (Centi et al., 2011). Au niveau local et au niveau régional, la confiance des investisseurs dans la solidité du marché apparaît comme un critère important pour lancer le mouvement vers les bioraffineries mais l'instabilité des prix du pétrole, des matières premières agricoles et justement des politiques publiques de soutien sont susceptibles de freiner l'engouement des investisseurs (McGee and Hilton, 2011). Lévy et Belis-Berguinan (2011) soulignent un autre enjeu : la difficulté des bioraffineries à s'implanter sur un territoire sur lequel il existe une filière économique stable reposant sur l'utilisation de la biomasse. Lopolito et al. (2011) confirment de leur côté que le manque de capital humain, de connaissances et de support financier des territoires ruraux peut bloquer la mise en place des bioraffineries alors que pour des raisons logistiques et économiques, ces territoires constituent des milieux favorables.

3.2.2 Critères

Au niveau global, il est souvent fait mention d'une certification des biocarburants, afin de pouvoir les comparer. Des critères sont donc développés dans ce sens, principalement selon 2 axes : les performances du biocarburant considéré, ainsi que la pollution de l'air générée. Ces critères permettent d'évaluer la pertinence d'un biocarburant par rapport aux carburants fossiles, aux autres biocarburants et aux assemblages carburants fossiles / biocarburants ('blend fuel'). Au niveau national, la performance du process bioraffinerie détermine la pertinence économique du projet ; elle peut être évaluée par des indicateurs tels que le rendement énergétique via la NEV (Net Energy Value), la consommation d'énergie cumulée (CEC) ou l'exergie (Brehmer and Sanders, 2009). D'autres indicateurs environnementaux sont fréquemment liés à l'évaluation des bioraffineries : l'acidification, l'eutrophication, les toxicités (humaine, terrestre et aquatique), consommation d'eau (Centi et al., 2011). Au niveau régional, un indicateur important dans la mise en place d'un projet de bioraffinerie est le 'land use' (ou utilisation de la terre) : l'enjeu est ici de ne pas provoquer, lors de la mise en place d'une agriculture dédiée aux agro-carburants, des tensions sur les prix des biens initialement produits sur ces terres, notamment concernant les denrées alimentaires. En cas de destruction de forêts, cela entraîne en outre des émissions de gaz à effet de serre importantes (via la combustion des arbres, Bailis and Baka, 2010). Le rendement agricole est également un facteur important de rentabilité pour les bioraffineries : or l'érosion des sols et la quantité de résidus organiques qu'ils contiennent influent sur ce rendement – une partie de la biomasse résiduelle ne doit donc pas être fournie à la bioraffinerie (Parker et al., 2010). Enfin au niveau local, dans le cadre de la durabilité des bioraffinerie, des indicateurs de résilience, transformabilité et adaptabilité peuvent montrer comment le système résiste aux changements (Mu et al., 2011).

3.2.3 Méthodes

Au niveau national et au niveau global, la méthode d'analyse de la durabilité des bioraffineries et de ses produits la plus répandue est l'analyse de cycle de vie (ACV) : il s'agit d'une méthode normée (ISO 14040 et 14044) qui évalue les flux de matière et d'énergie et les impacts d'une technologie, d'un process ou d'un produit, de la conception à la fin de vie, afin d'établir les pollutions et les consommations de ressources qu'ils impliquent (McKone et al., 2011). Cette méthode peut être classifiée, en suivant la typologie établie concernant les méthodes d'évaluation de la durabilité d'un territoire, comme faisant partie des méthodes dites 'analyses techniques'. Au niveau local, deux types de méthodes sont prédominants : les méthodes dites 'd'optimisation de système' et les méthodes dites 'globales'. Les premières peuvent être rattachées à la typologie des méthodes 'systémiques' quand les secondes relèvent plutôt du type 'analyses techniques'.

1. Optimisation de système : Sadhukhan et Ng (2011) ont réalisé un état de l'art des différentes méthodes d'optimisation de système pour aider à la conception des

bioraffineries ; ceux-ci aujourd'hui portent sur le design et l'intégration des différents process pour maximiser le rendement et diminuer les pollutions et émissions de gaz à effet de serre, sur l'allocation optimale des différents coproduits et sur les optimisations logistiques. Ces méthodes cherchent donc à être les plus précises possible dans la description du modèle de la bioraffinerie, mais pèchent souvent dans l'évaluation de la durabilité : en effet il n'est pas rare que seul l'impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre soit pris en compte dans la fonction objectif (Sharma et al., 2011).

2. Méthodes globales : ce type de méthodes ne se concentrent pas sur quelques indicateurs de durabilité, mais cherchent explicitement à les prendre tous en compte. Les enjeux peuvent être regroupés par catégories, Sacramento-Rivero (2012) en propose par exemple 5 : la matière première (enjeu d'utilisation des sols notamment), le process (enjeu de performance), le produit (enjeu lié au remplacement des dérivés du pétrole), l'environnement (enjeu de pollutions et d'émissions de gaz à effet de serre) et enfin l'entreprise (enjeu de la responsabilité sociale). La méthodologie d'agrégation est évidemment celle qui prête le plus à discussion, une note unique ne voulant pas dire grand-chose, bien que cela permette cependant de comparer plusieurs designs entre eux. La pondération finale peut être réalisée de manière participative avec les acteurs du projet (Zah et al. 2010) : cette méthode est évidemment très subjective mais constitue peut-être le meilleur moyen d'obtenir une évaluation qui soit comprise et acceptée par tous. On se rapproche alors des évaluations dite 'participatives', dont un exemple est décrit ci-après.

En effet, au niveau régional, Lopolito et al. (2011) présentent une méthode 'participative' s'inspirant de la théorie des graphs : ils utilisent une FCM (Fuzzy Cognitive Maps) pour décrire les objectifs et les conséquences des politiques publiques appliquées au développement des bioraffineries. Ce type d'évaluation peut être un outil intéressant pour dégager les enjeux et les attentes des différentes parties prenantes, et déterminer à l'avance les stratégies permettant de satisfaire le plus grand nombre (même si les stratégies optimales pour tout le monde n'existent pas forcément). Cependant l'outil dépend beaucoup de la représentativité des parties prenantes, et de leur capacité à noter correctement les liens entre les variables ; de plus les méthodes de calculs jouent elles aussi un rôle important.

3.3 Conclusion sur la durabilité dans le cadre des projets de bioraffineries

L'évaluation de la durabilité est donc complexe dans les projets de bioraffineries :

- productrices de biocarburants, elles deviennent des instruments de politiques publiques et doivent être durables pour assurer le développement économique des zones rurales et assurer la sécurité énergétique du pays ;
- productrices de produits chimiques, elles doivent être durables pour répondre aux législations concernant ce type de produit, notamment celles concernant les aspects environnementaux et de toxicité humaine ;
- consommatrices de biomasse, elles doivent être durables pour ne pas déséquilibrer la qualité des sols, la biodiversité et les approvisionnements en matière premières agricoles des autres secteurs, dont l'alimentation humaine et animale.

Table 2. La durabilité dans les projets de bioraffineries

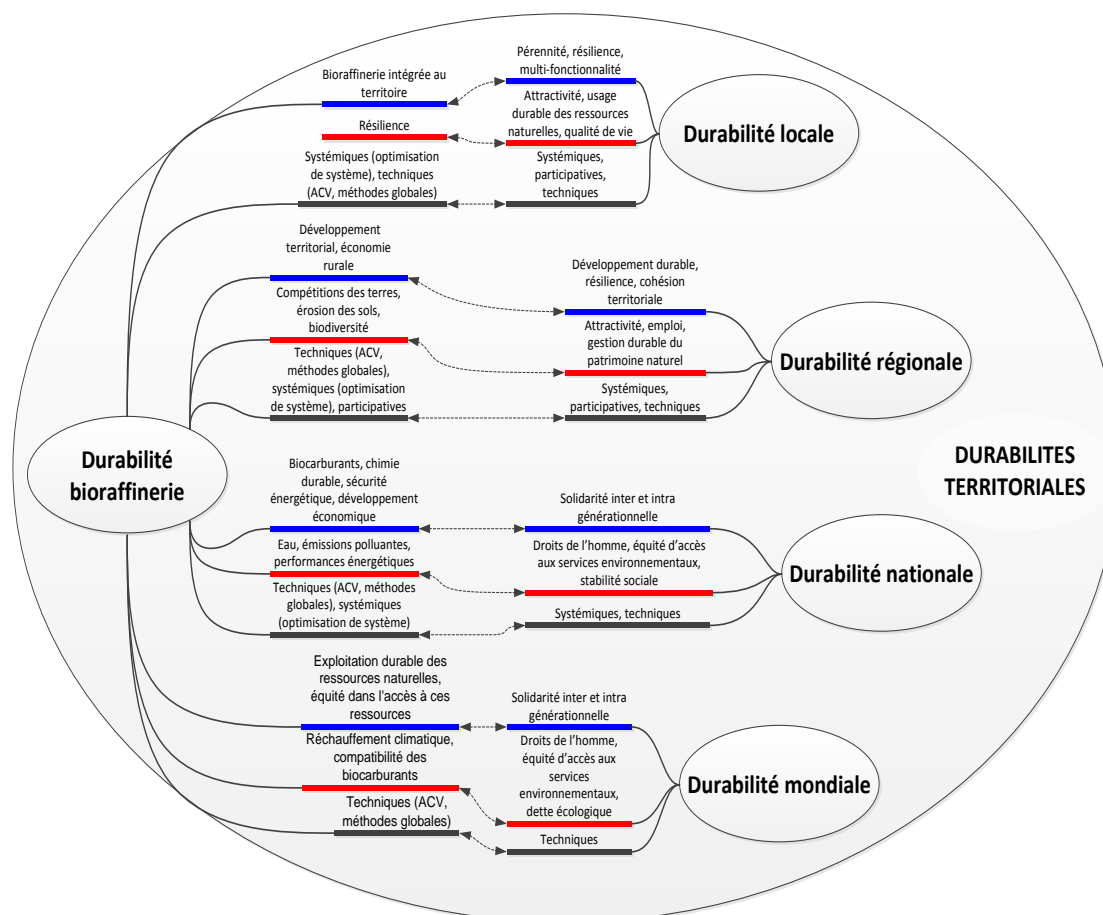
Durabilité	Locale	Régionale	Nationale	Mondiale
Définition	Bioraffinerie intégrée au territoire	bioraffinerie aidant au développement territorial, économie rurale	biocarburants et chimie renouvelables, sécurité énergétique, développement économique	exploitation durable des ressources naturelles, équité dans l'accès à ces ressources
Enjeux	Resilience	compétition des terres, érosion des sols, biodiversité	eau, émissions polluantes, performances énergétiques	réchauffement climatique, compatibilité des biocarburants

Méthode	Systémiques (optimisation de système), techniques (ACV, méthodes globales)	techniques (ACV, méthodes globales), systémiques (optimisation de système), participatives	techniques (ACV, méthodes globales), systémiques (optimisation de système)	techniques (ACV, méthodes globales)
---------	--	--	--	--

Les bioraffineries sont au cœur de plusieurs enjeux qui doivent être clairement définis avant d'espérer pouvoir évaluer leur durabilité. Des méthodes existent alors : les impacts environnementaux peuvent être évalués de manière (presque) claires à l'aide de concepts normés (ACV), les liens entre les performances du process et les performances économiques peuvent être évalués et optimisés à l'aide d'outils d'optimisation de systèmes. Les critères sociaux (ex : emplois) ou structurels (ex : résilience), tout comme certains critères environnementaux (biodiversité) sont plus délicats à intégrer à ce type d'analyse : des tentatives sont toutefois réalisées. Celles-ci peuvent alors s'appuyer sur des approches participatives, qui ont le mérite de faire ressortir les véritables enjeux de durabilité caractéristiques de chaque projet de bioraffinerie. On approche alors de la définition de la durabilité d'une démarche d'EIT, et il n'y en aurait non pas une mais plusieurs, pour chaque démarche.

4. Analyse croisée et discussion

Ci-dessous voici un schéma croisant les analyses de la durabilité territoriale et de la durabilité des bioraffineries par territoire :



Fi

Figure 1. Analyse comparée de la durabilité territoriale et de la durabilité des projets de bioraffineries
— définitions, — enjeux, — méthodes)

A ce schéma quelques remarques :

- les définitions et les enjeux de durabilité portent sur des points plus précis dans le cadre des démarches d'implantation de bioraffineries que dans le cadre de la durabilité territoriale en

raison de la prise en compte des enjeux spécifiques du secteur de la bioraffinerie. Cependant des similitudes sont perçues : la notion de développement territorial est notée dans les 2 cas au niveau régional comme faisant partie de la définition de la durabilité ; au niveau mondial les 2 définitions de durabilité se rejoignent dans la notion de durée et d'équité dans la distribution des services rendus par les écosystèmes.

- Globalement le territoire régional est celui qui rencontre le moins de différence entre la prise en compte de sa durabilité territoriale et celle de la durabilité dans les projets de bioraffineries : même définition, mêmes méthodes d'évaluation et enjeux non contradictoires (la gestion durable du patrimoine naturel peut être rapprochée des enjeux de compétition des terres et d'érosion des sols, comme l'attractivité peut l'être de l'enjeu biodiversité). La durabilité territoriale apparaît ainsi comme un 'framework' adéquat pour l'évaluation des projets de bioraffinerie à cette échelle.
- Les méthodes participatives ne sont pas assez développées dans l'analyse de la durabilité des projets de bioraffineries (une seule étude trouvée au niveau régional, aucune au niveau local) : elles auraient pourtant leur place, au vu de l'aspect éminemment social que revêt ce type de projet.
- Enfin d'un point de vue méthodologique, des approximations peuvent être soulignées ; par exemple la résilience apparaît au niveau régional comme un enjeu du côté 'bioraffinerie' alors qu'elle se situe dans la définition du côté 'territoire'. Ceci est dû à l'interconnexion des enjeux et des définitions de la durabilité, les premiers sous-tendant les secondes ; cependant le fond de la démonstration n'est pas affecté.

5. Conclusion

La problématique de départ était de s'interroger sur la notion de performances des démarches d'EIT, et d'en déterminer les modalités d'évaluation. L'enjeu est de fournir des résultats démontrant de l'intérêt de ce type d'approche en matière de développement durable, en vue de convaincre les décideurs de s'y engager. En prenant en compte la réalité de la territorialisation des démarches d'EIT, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle le concept de durabilité territoriale permettant de clarifier la notion de performance. Celle-ci peut en effet être déterminée à l'aune de la durabilité territoriale atteinte ou approchée. L'avantage de l'approche par la durabilité territoriale est qu'il s'agit d'une notion faisant écho auprès des décideurs publics dont l'implication dans les démarches d'EIT est essentielle. L'inconvénient étant peut-être qu'elle serait moins en phase avec les enjeux de certains acteurs privés, notamment ceux appartenant à des grands groupes répondant à des logiques stratégiques définies par des centres de décisions souvent délocalisés et pour lesquels l'attachement au territoire est assez faible. Cependant, la notion de durabilité territoriale comme objectif à atteindre par les démarches d'EIT peut constituer un élément fédérateur, un objectif partagé rassemblant autour de la table investisseurs privés et publics, et autour duquel faire converger ces enjeux et objectifs personnels. L'objectif de ce travail a donc été en premier lieu de définir la notion de durabilité territoriale a-priori. Le résultat de cette première étude fut l'apparition de plusieurs durabilités territoriales, répondant chacune à une échelle donnée. Le choix des échelles ayant été arbitraire (mais correspondant généralement à celles abordées dans la littérature), il est probable que le choix d'autres échelles (par exemple le champ d'une ferme, ou l'échelle continentale) aurait généré d'autres durabilités territoriales. L'intérêt fut donc de mettre en valeur le fait que les acteurs ne priorisent pas les mêmes enjeux aux différentes échelles, que les notions de durabilité sont donc différentes et que les méthodes pour l'évaluer le sont également. Or parfois les démarches d'EIT génèrent des impacts sur différentes échelles : c'est même souvent le cas (même un projet local de biométhaniseur peut influencer sur la politique énergétique de la région, voire du pays).

Se focalisant plus spécifiquement sur les complexes de bioraffinerie dont on a fait l'hypothèse qu'ils constituaient une forme particulière d'EIT, la deuxième partie de cet article visait à faire ressortir les définitions, enjeux et méthodes utilisées dans les projets de développement et d'implantation des bioraffineries. Ces démarches suscitent non seulement des enjeux forts à toutes les échelles étudiées, mais il est de plus apparu que la notion de durabilité (perçue et énoncée) est différente à chaque échelle. Ce résultat nous a donc permis d'illustrer le fait que la

durabilité est bien une notion territoriale dont on peut définir les contours pour chaque échelle étudiée. Une proposition de méthodes pour l'évaluation de la performance des démarches d'EIT peut alors émerger. Elle consiste à évaluer la durabilité de la démarche selon les différentes échelles qu'il convient de considérer, en fonction des acteurs impliqués et de leurs enjeux en termes de durabilité. L'avantage de cette approche est donc de convaincre chaque décideur public ou privé du succès de la démarche à l'échelle où cet acteur intervient. En conclusion ce travail aura permis de confirmer le caractère territorial des démarches d'EIT. Raisonner en terme de durabilité territoriale invite à penser la performance des démarches d'EIT dans toute sa complexité, c'est-à-dire comme la somme des performances aux différentes échelles de territoire, tout en considérant les interactions entre celles-ci. Chacune de ces performances doit être évaluée séparément des autres, afin de garantir la performance globale.

Références

- ADEME, 2010, Panorama et potentiel de développement des bioraffineries. 1001C0005 [en ligne]. Angers : ADEME, 221 p. Disponible sur : http://www.blogagroalimentaire.com/wp-content/uploads/2011/01/Bioraffinerie_2010.pdf (consulté le 20/02/2012).
- Bagliani, M., E. Dansero et M. Puttilli, 2010, Territory and energy sustainability: the challenge of renewable energy sources. *Journal of Environmental Planning and Management*, 53:4, pp. 457-472.
- Beaurain, C. et S. Brulot, 2011, L'écologie industrielle comme processus de développement territorial : une lecture par la proximité. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*(2), 313-340.
- Bailis, R. E. et J. E. Baka, 2010, Greenhouse gas emissions and land use change from jatropha curcas-based jet fuel in brazil. *Environ. Sci. Technol.*, 44:8684–8691.
- Bansal, P. et K. Roth, 2000, Why companies go green: a model of ecological responsiveness. *Academy of management journal*, 43 (4):pp. 717–736.
- Brehmer, B. et J. Sanders, 2009, Implementing an energetic life cycle analysis to prove the benefits of lignocellulosic feedstocks with protein separation for the chemical industry from the existing bioethanol industry. *Biotechnology and Bioengineering*, 102(3):767–777.
- Buclet, N., 2011, Le territoire, entre liberté et durabilité. 1ère éd. Paris : Presses Universitaires de France, 213 p. (Développement durable et innovation institutionnelle). ISBN 978-2-13-057925-0.
- CAIROL, D., E. Coudel, K. Knickel, P. Caron, et M. Kroger, 2009, Multifunctionality of Agriculture and Rural Areas as Reflected in Policies: The Importance and Relevance of the Territorial View. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 11:4, pp. 269-289.
- Centi, G., P. Lanzafame et S. Perathoner, 2011, Analysis of the alternative routes in the catalytic transformation of lignocellulosic materials. *Catalysis Today*, 167:14–30.
- S. Erkman, 1998, Vers une Ecologie Industrielle. Paris: Editions Charles Léopold Mayer.
- Hamdouch A. et B. Zuideau, 2010, Introduction. Diversité territoriale et dynamiques socio-institutionnelles du développement durable : une mise en perspective », *Géographie, économie, société*. Vol. 12, p. 243-259.
- ISO, 2006, Nf en iso 14040.
- ISO, 2006, Nf en iso 14044.
- Levy R. et M.-C. Belis-Bergouignan, 2011, Quel développement pour une filière fondée sur le partage d'une ressource localisée ? *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 3:p. 469–497.
- Lopolito, A., G. Nardone, M. Prosperi, R. Sisto et A. Stasi, 2011, Modeling the bio-refinery industry in rural areas: A participatory approach for policy options comparison. *Ecological Economics*, 72:18–27.
- Maxim M. et M. O'Connor, 2009, "The use of the Deliberation Matrix for building a system of survey and the foresight of changes in biodiversity in the Île-de-France region (France)", pp. 113-160 in B. Rodriguez-Labajos, J. H. Spangenberg, L. Maxim, I. Monterroso, R. Binimelis, J. Martinez Alier, P. Kuldna, K. Peterson, M. Uustal, N. Gallai (eds. 2009), *Assessing biodiversity risks with socio-economic methods: ALARM experience*, Pensoft Publishers, Sofia, 2009.
- McGee, C. et A. B. Chan Hilton, 2011, Analysis of federal and state policies and environmental issues for bioethanol production facilities. *Environ. Sci. Technol.*, 4(5):1780–1791.
- McKone, T. E., W. W. Nazaroff, P. Berck, M. Auffhammer, T. Lipman, M. S. Torn, E. Masanet, A. Lobscheid, N. Santero, U. Mishra, A. Barrett, M. Bomberg, K. Fingerman, C. Scown, B. Strogon et A. Horvath, 2011, Grand challenges for life-cycle assessment of biofuels. *Environ. Sci. Technol.*, 45:1751–1756.
- Mirata, M., 2004, Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the uk: determinants and coordination challenges. *Journal of Cleaner Production*, 10:967–983.

- Mu, D., T. P. Seager, P. S. C. Rao, J. Park et F. Zhao, 2011, A resilience perspective on biofuel production. *Integrated Environmental Assessment and Management*, Volume 7(Number 3):pp. 348–359.
- Nieddu, M., E. Garnier et C. Bliard, 2010, L'émergence d'une chimie doublement verte. *Revue d'économie industrielle* [En ligne], 132:53–84.
- Olszak, E., 2010, Développement durable et attractivité des territoires dans l'Union Européenne, opposition ou convergence ? *Géographie, économie, société*, Vol. 12, pp. 279-305. ISSN 1295-926x
- Parker, N., P. Tittmann, Q. Hart, R. Nelson, K. Skog, A. Schmidt, E. Gray et B. Jenkins, 2010, Development of a biorefinery optimized biofuel supply curve for the western united states. *biomass and bioenergy*, 34:1597–1607.
- Peti, M., 2012, A territorial understanding of sustainability in public development. *Environmental Impact Assessment Review*, n°32, pp. 61-73.
- Sacramento-Rivero, J. C., 2012, A methodology for evaluating the sustainability of biorefineries: framework and indicators. *Biofuels, Bioprod. Bioref.*, 6:pp. 32–44.
- Sadhukhan, J. et K. S. Ng, 2011, Economic and european union environmental sustainability criteria assesment of bio-oil-based biofuel systems: Refinery integration cases. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 50:6794–6808.
- Sharma, P., B.R. Sarker et J.A. Romagnoli, 2011, A decision support tool for strategic planning of sustainable biorefineries. *Computers and Chemical Engineering*, n°35:p. 1767– 1781.
- Solomon, B. D., 2010, Biofuels and sustainability. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185:119–134.
- Trabalzi, F. et M. De Rosa, 2012, Market and state-supported sustainability : a tale of two rural communities in Iowa and Italy. *Sociologia Ruralis*, vol 52, n° 1.
- Zah, R., C. Binder, S. Bringezu, J. Reinhard, A. Schmid et H. Schutz, 2010, Future Perspectives of 2nd Generation Biofuels. Zurich : Centre d'évaluation des choix technologiques, 55, 287 p. ISBN 978-3-7281-3334-2
- Zuindeau, B., 2005, Équité territoriale : quelles lectures par les théories du développement durable ? *Reflets et perspectives de la vie économique*, Tome XLIV, pp. 5-18. DOI : 10.3917/rpve.444.