



De l'Ecologie Industrielle à l'Ecologie Industrielle Territoriale : Le rôle du territoire

Présenté par Mr Chebbi Armel

Sous la direction de Mme Figuière Catherine

Mémoire de Master 2 GODI

Juin 2014

Faculté d'économie de Grenoble

1241, rue des résidences- BP47- 38040 Grenoble Cedex 9

Remerciements

Je tiens dans un premier temps à remercier ma directrice de mémoire, Madame Catherine Figuière, Maître de conférences à l'Université Pierre Mendès France de Grenoble, pour les nombreux conseils qu'elle a pu m'apporter et son encadrement tout au long de cette année. Nos nombreux entretiens ont fortement contribué à la réussite de ce mémoire.

Je tiens également à remercier Renaud Metereau, doctorant au laboratoire CREG pour les discussions sur l'écologie industrielle territoriale qu'on a pu avoir, qui ont contribué à nourrir ma réflexion.

Une pensée toute particulière va à ma famille et notamment à mes parents, qui m'ont soutenu tout au long de cette année.

Enfin j'adresse un profond remerciement à Mélissa Rakotondrainibe, Déborah Porchet, Pierre Waechter et Mathieu Boissonnet qui ont bien voulu relire ce travail et qui ont par leurs nombreuses remarques contribué à sa bonne compréhension.

Table des matières

Remerciements	2
Table des encadrés	4
Liste des figures	5
Liste des acronymes	6
Introduction générale.....	7
Chapitre 1 :	12
Le territoire comme articulation entre l'Ecologie Industrielle et l'Ecologie Industrielle Territoriale ...	12
SECTION 1 Différentes catégories de travaux en Ecologie Industrielle.....	12
1.1 L'analogie entre les écosystèmes naturels et écosystèmes industriels	13
1.2 Le point de départ de l'écologie industrielle : une vision technique	13
SECTION 2 La notion de territoire, point de départ de l'Ecologie Industrielle Territoriale.....	20
Conclusion du chapitre 1	23
Chapitre 2 : L'Ecologie Industrielle Territoriale : Une première typologie des travaux.....	25
SECTION 1 Le territoire comme socle de base des travaux en Ecologie Industrielle Territoriale.....	25
SECTION 2 Le métabolisme territorial : un outil pour l'Ecologie Industrielle Territoriale	28
2.1 De la chimie urbaine au métabolisme territorial	28
2.2 Différentes méthode de calcul du métabolisme territorial	33
SECTION 3 L'étude des acteurs comme facteur clé de réussite des DEIT	38
3.1 La caractérisation des acteurs comme levier de pérennisation des DEIT	38
3.2 La Gouvernance des démarches d'Ecologie Industrielle Territoriale	40
3.3 Les déterminants de la coopération inter-organisationnelle.....	43
SECTION 4 Premiers jalons vers une définition de l'Ecologie Industrielle Territoriale	44
Conclusion du chapitre 2 :	46
Conclusion générale	48
ANNEXE	50
Extrait de l'entretien de Guillaume Massard datant du 7/05/2013	51
Bibliographie.....	53

Table des encadrés

Encadré 1: Historique du concept d'Ecologie Industrielle	9
Encadré 2: La symbiose de Kalundborg	30
Encadré 3: Le métabolisme de la ville de Paris.	35
Encadré 4: Le métabolisme territorial du Canton de Genève	36
Encadré 5: La démarche d'écologie industrielle territoriale du bassin dunkerquois	42

Liste des figures

Figure 1: Principe de la maturation de la société industrielle	17
Figure 2: Trois catégories de travaux en EI	18
Figure 3: Le territoire dans ses trois dimensions.....	21
Figure 4: Les trajectoires de développement territorial	23
Figure 5: EI et Territoire: imbrication de deux notions.....	27
Figure 6: Historique comparée du développement durable, de l'écologie industrielle et de l'écologie industrielle territoriale.....	32
Figure 7: Exemple d'un bilan de matière brute	34
Figure 8: Typologie des acteurs territoriaux	39
Figure 9: L'écologie industrielle territoriale: entre territoire, métabolisme territorial et analyse des acteurs	46
Figure 10: Une typologie de travaux en Ecologie Industrielle Territoriale	47

Liste des acronymes

AFS	Analyse de Flux de Substance
CMED	Commission Mondiale pour l'Environnement et le développement
CREID	Centre de recherche en environnement industriel
DEI	Démarche d'écologie industrielle
DEIT	Démarche d'écologie industrielle territoriale
ECOPAL	Economie et écologie partenaire dans l'action locale
ED	Ecodéveloppement
EI	Ecologie Industrielle
EIT	Ecologie Industrielle Territoriale
FMI	Fond Monétaire International
FTI	Fondation pour les Terrains Industriels
MITI	Ministère du commerce extérieur et de l'industrie japonaise
PED	Pays En Développement
SPPI	Secrétariat permanent de prévention des pollutions industrielles
ZAED	Zone d'activités économiques durable

Introduction générale

L'Ecologie Industrielle Territoriale (EIT) est un concept récent et se retrouve généralement dans la littérature francophone. La première apparition du terme dans la littérature scientifique date de 2009 dans un texte de Nicolas Buclet et Sabrina Brulot intitulé : « *Développement territorial et définition de l'intérêt général : l'apport méthodologique du métabolisme territorial à la définition de l'échelle pertinente* ». Ce concept s'inspire de celui d'Ecologie Industrielle (EI), qui trouve son origine dans la prise de conscience de la finitude du monde. Le système industriel actuel n'est pas viable, il doit donc tendre vers un modèle plus intégré permettant une meilleure gestion des ressources naturelles. Ce système fonctionnerait à la manière des écosystèmes naturels (Frosch & Gallopoulos, 1989 ; Adoue, 2007 ; Allenby, 1992).

L'EI et L'EIT ont pour objectif l'intégration de la thématique environnementale au sein d'une problématique économique.

Le début des années 1960 marque un tournant dans l'analyse économique de la question environnementale. Un véritable débat s'instaure entre partisans d'une économie de l'environnement et partisans d'une économie écologique. Pour les premiers, l'environnement est appelé à devenir un bien économique comme les autres qui doit être régi à travers les lois du marchés. Les seconds défendent l'existence d'un capital naturel et de ce fait c'est à l'économie de s'adapter à la contrainte d'un monde fini (Vivien, 2006).

Pour les défenseurs d'une économie écologique qui défendent l'idée de la finitude du monde, les années 1970 sont caractérisées par de nombreuses publications allant dans leurs sens.

La parution en 1972 du rapport Meadows (MIT) au club de Rome intitulé « Halte à la croissance » met en évidence à travers plusieurs scénarios que la croissance exponentielle ne peut pas durer éternellement en raison des dégâts qu'elle provoque sur le stock de « capital naturel ». Suite à la parution de ce rapport, la question environnementale fait une réelle entrée dans le domaine économique. Parallèlement à la parution du rapport Meadows, la notion d'écodéveloppement (ED) portée par Ignacy Sachs se développe. L'ED permet une approche où croissance et environnement sont conciliables (Vivien, 2003). C'est une démarche systémique qui a d'abord été conçue comme « *Une stratégie de développement rural dans le Tiers-Monde, fondée sur l'utilisation ingénieuse des ressources locales et du savoir-faire paysan* » (Diemer A. , 2012, p. 4). Par la suite elle prendra la forme d'un développement endogène répondant aux besoins

des populations tout en préservant l'environnement. L'ED est une démarche opérationnelle et planifiée (Vivien, 2003) qui vise à optimiser les cinq critères suivants : la pertinence et l'équité sociale, la prudence écologique, l'efficacité économique, le respect des différentes cultures, la prise en compte des différentes échelles spatiales (Figuière, Boidin, & Diemer, 2014). Sans donner de nom au concept Sachs dès le début des années 1980 fera référence au principe de l'EI : *« Les impacts négatifs des activités humaines sur l'environnement (peuvent être) réduits moyennant le recours aux procédés et formes d'organisation de production permettant de profiter de toutes les complémentarités et d'utiliser les déchets à des fins productives (...) les cycles écologiques fonctionnant ici comme un paradigme de la planification »* (Sachs I. , 1980). Le caractère trop normatif a peut-être eu raison de la notion d'écodéveloppement développée par Sachs, si bien qu'en 1983 l'assemblée générale de l'ONU nomme Gro Harlem Brundtland à la tête de la nouvelle Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement (CMED). Cette commission doit faire le point sur les problèmes liés à l'environnement et proposer des actions concrètes et réalisables en impliquant l'ensemble des acteurs (Vivien, 2003). Elle réalise donc un travail d'écoute des différents partis en présence afin d'arriver à une synthèse qu'elle publiera dans un rapport intitulé « notre avenir à tous » (1987). Le diagnostic qui ressort des recherches de cette commission est que certains modes de développement dégradent l'environnement et inversement, un environnement dégradé ne permet pas un développement optimal (Vivien, 2003). Cherchant à établir un consensus entre des intérêts divergents, la CMED aboutit à la notion de développement durable. Il doit permettre de promouvoir « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* » (CMED, 1987).

Il est fondé sur un triptyque entre des facteurs sociaux, environnementaux et économiques, auxquels il faut rajouter la notion de solidarité intergénérationnelle (Boutaud, 2009).

Cette notion de développement durable sera consacrée cinq ans plus tard lors du sommet de la terre à Rio en 1992 où plusieurs principes allant dans le sens du développement durable seront mis en avant tels que le principe de précaution ou de pollueur-payeur. La déclaration finale de cette conférence reprend l'idée du rapprochement entre environnement et développement. Elle se propose d'impliquer les acteurs de la société civile dans la réalisation d'objectifs en faveur du développement durable (Vivien, 2003).

De nombreuses actions vont alors être mise en œuvre afin d'opérationnaliser ce concept. L'un des moyens permettant cette opérationnalisation est l'EI. Bien qu'étant pas nouveau (Cf, encadré 1), le concept d'EI a bénéficié de la notion de développement durable pour à son tour

gagner en visibilité. A partir du milieu des années 1990 de nombreux travaux se sont consacrés à l'EI.

Encadré 1: Historique du concept d'Ecologie Industrielle

Bien qu'apparu récemment, le principe d'EI n'est pas nouveau. L'idée d'un fonctionnement du système industriel en analogie au système naturel trouve son origine dans les travaux d'écologues au début des années 1950 (Erkman, 1997, 2004). Ces derniers pensent que l'étude de la biosphère ne peut être déconnectée de l'étude des impacts du système industriel (Hutchinson, 1970). Les années qui ont suivies, des tentatives d'études sur les liens entre nature et industrie ont eu lieu. Charles Hall (1970) a tenté de démocratiser le principe d'EI à travers ses publications. Mais c'est durant les années 1970 au Japon que le principe s'opérationnalise. Prenant acte du coût environnemental élevé de l'industrialisation, le ministère du commerce extérieur et de l'industrie japonaise (MITI), met en place un groupe de travail « industrie-écologie » dirigé par Chihiro Watanabe afin de concevoir l'activité économique dans un contexte écologique. Après une année de travail, le groupe publie son premier rapport en mai 1972. Ce dernier sera largement diffusé au sein du MITI mais également auprès des organisations industrielles et de la presse (Erkman, 1997). Il suscita de nombreux retours positifs, sans que toutefois le principe se démocratise. Un deuxième rapport vit le jour un an plus tard, là aussi sans réelle application du principe de l'EI (Erkman, 2004).

La première apparition du terme « écosystème industriel », au sens où on le connaît aujourd'hui (Faire tendre l'organisation d'un système industriel vers celle d'un écosystème naturel) est l'œuvre d'un biologiste américain, Preston Cloud en 1977, là aussi sans réel débouché concret (Erkman, 2004).

En 1983, paraît un ouvrage Collectif, intitulé *L'écosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle*. Cet ouvrage analyse l'économie Belge sous un nouvel angle en exprimant la production industrielle en flux de matière et d'énergie plutôt qu'en unité monétaire (Billen, et al., 1983). Mais une nouvelle fois ce concept n'a été que très peu entendu (Erkman, 2004).

L'EI n'est médiatisée qu'à partir de 1989 suite au travail de Robert Frosch et Nicolas Gallopoulos, tous deux responsables de la recherche chez General Motors. Ils publient dans un numéro spécial de la revue *Scientific American* consacrée à la gestion de la planète terre, un article intitulé « *Strategies for manufacturing* ». Partant du constat que le système industriel s'inscrit dans un monde fini, ils suggèrent de faire évoluer le modèle « end of pipe » vers un modèle plus intégré qui prendrait en compte la quantité de ressources naturelles disponibles. Ce système fonctionnerait donc « à la manière » des écosystèmes naturels : d'où son appellation « d'écosystème industriel ». Il s'agit là de réorganiser le système industriel de manière à boucler le plus systématiquement possible les flux de matières et d'énergies. Cette définition a permis l'essor de l'E.I. dans le domaine scientifique et sa diffusion dans le monde industriel (Erkman, 2001). Allenby soutiendra la première thèse sur le sujet en 1992 et qualifie l'EI de « science de la durabilité » (Allenby & Cooper, 1994).

A la fin des années 1990, les sciences territoriales s'emparent de la thématique du développement durable. L'échelle du Territoire apparaît comme la plus pertinente afin de garantir la « transversalité qui est au cœur de la notion de développement durable » (Theys,

2002, p. 4). C'est à cette échelle (surtout) que les problèmes de développement durable sont le plus perçus. Mais c'est également à cette échelle que se mettent en place les solutions

Bertrand Zuindeau est considérée comme un pionnier du rapprochement entre ces deux notions. Il souligne que la notion de développement durable interroge à la fois la question de l'équité intergénérationnelle et spatiale: « *Pourtant, l'attention accordée à l'équité intergénérationnelle appelle assez logiquement la considération d'une autre dimension : la dimension spatiale. (...) Jamais autant les territoires n'ont été en interrelation.* » (Zuindeau, 2001, p. 7).

En 2002, il crée la revue Développement Durable et Territoire, qui depuis fait figure de référence en la matière. C'est en référence à ce corpus théorique que l'EIT va émerger. Un constat s'impose, à l'instar de l'EI, le concept d'EIT ne fait pas consensus quant à sa définition. Afin de faire progresser les propositions portées par le projet d'EIT, il convient dans ce mémoire de s'approprier les différentes acceptions de l'EIT et de proposer une première typologie.

Le mémoire de M1, déjà, a permis une première appropriation du concept d'EI¹ et de la notion de territoire. Les travaux en EI regroupent à la fois des travaux issus des sciences de l'ingénieur, mais également des sciences sociales. Les travaux sur l'EI en sciences sociales proviennent d'une appropriation des travaux issus des sciences de l'ingénieur. Les différentes lectures réalisées ont permis de montrer qu'il existe deux grandes approches de l'EI dans la littérature économique, une approche libérale et une approche en économie politique de l'EI (Metereau & Figuière, 2014).

Le rapprochement entre le concept d'EI et la notion de territoire semble être un point de passage obligé entre l'EI et l'EIT. Les différentes lectures qui ont permis la rédaction du mémoire de M2, amènent néanmoins à constater qu'il n'y a pas de consensus sur le concept d'EIT.

Il convient dès lors d'établir une typologie des travaux qui permettra de progresser vers une définition qui combine les approches en EI et en EIT pour se doter d'outils méthodologiques performants.

Dans la perspective d'une thèse, sur le rôle des acteurs dans une démarche d'EIT, il convient de s'approprier les définitions de l'EIT. C'est l'objectif de ce mémoire.

¹ Il est possible d'identifier 4 principales revues anglo-saxonne consacrée à l'EI : *Business strategy and the environment* ; *Journal of Cleaner Production* ; *Journal of Industrial Ecology* ; *Progress in Industrial Ecology*. La revue *Développement durable et Territoire* consacre certains de ces numéros à l'EI.

L'appropriation des différents travaux qui constitue le corpus de l'EIT doit permettre de poser les « premiers jalons » en vue de l'élaboration de cette définition. Ce travail permettra également de proposer une première typologie de travaux en EIT. Cette typologie, se situera dans la continuité de celle établie par Metereau & Figuière (2014) concernant les travaux en EI.

Un premier chapitre analyse le lien entre le principe d'EI et celui d'EIT. Après avoir rappelé les positionnements des différentes catégories de travaux en EI, ce travail proposera de définir la notion de territoire dans une perspective d'un lien avec l'EI. Le territoire apparaît bien comme l'articulation permettant le passage entre le concept d'EI et celui d'EIT.

Le second chapitre de ce travail a pour ambition de poser les premiers jalons pour une définition de l'EIT dans la perspective d'effectuer une thèse sur ce concept. Il permettra de montrer dans un premier temps que les processus de construction de l'EI et du territoire se font de façon concomitante. Cet ancrage territorial constitue un socle de base des travaux en EIT. A partir de ce socle de base deux catégories de travaux peuvent être distingué. Ces deux catégories de travaux correspondent à deux démarches bien distinctes.

Ce travail proposera enfin de poser les premiers jalons vers une définition de l'EIT et d'en proposer une première typologie de travaux.

Chapitre 1 :

Le territoire comme articulation entre l'Ecologie Industrielle et l'Ecologie Industrielle Territoriale

Ce premier chapitre analyse la complémentarité entre le concept d'EI et celui d'EIT. Pour cela, une première section reviendra sur les différentes catégories de travaux en EI. Il apparaît que l'EI est constituée d'un socle technique qui provient des sciences de l'ingénieur. Il découle de l'analogie entre les écosystèmes naturels et les « écosystèmes industriels ». Par appropriation de ce socle technique, les sciences sociales et notamment les sciences économiques proposent différentes catégories de travaux. Une vision libérale et une vision en économie politique de l'EI.

L'introduction de la notion de territoire et son lien avec l'EI fera l'objet de la deuxième section. En parallèle à l'apparition du concept d'EI, la notion de territoire c'est peu à peu développée. Cette notion est difficile à appréhender c'est pourquoi elle nécessite d'être définie.

SECTION 1 Différentes catégories de travaux en Ecologie Industrielle

Suite à l'article de Frosch et Gallopoulos, l'E.I. est devenu un débat, et de nombreux travaux sont venus enrichir la discipline. Braden Allenby sera l'un des premiers à travailler sur l'EI en approfondissant les principes énoncés dans une thèse publiée en 1992. Depuis de nombreux travaux, notamment en science sociale sont venus enrichir la discipline. Cette recherche adopte comme point de départ la typologie établie par Metereau et Figuière (2014). Un premier point reviendra sur l'analogie entre les écosystèmes naturels et industriels. Cette analogie constitue un « socle technique » commun à l'ensemble des travaux en EI, ce sera l'objet du second point. Une troisième sous-partie étudiera comment l'appropriation de ce socle technique par les sciences sociales permet de dégager deux autres catégories. Une vision libérale de l'EI et des travaux en économie politique de l'EI (Metereau & Figuière, 2014).

1.1 L'analogie entre les écosystèmes naturels et écosystèmes industriels

L'une des particularités de l'EI est de prendre la nature comme exemple (Cerceau, 2013 ; Hess, 2010). Cette représentation constitue un changement de paradigme permettant de repenser la place de l'homme par rapport à son environnement. La nature n'est plus considérée comme un simple réservoir mais comme une contrainte physique qui doit être prise en compte (Opoku & Keitsch, 2006).

La compréhension des écosystèmes naturels constitue un préalable à l'étude des écosystèmes industriels.

Dans un écosystème, les échanges de matières organiques s'effectuent le long de la chaîne alimentaire, le passage d'un consommateur à un autre se faisant à l'aide de flux d'énergie. Le plus important étant le soleil, qui fait transiter un flux continu et subit des déperditions le long de la chaîne organique (Harpet & Blavot, 2012).

La compréhension des mécanismes physiques à l'œuvre dans le fonctionnement des systèmes biologiques permet de saisir l'analogie constante en EI.

Le principe de la thermodynamique notamment sa seconde loi, d'entropie, joue un rôle majeur. Le premier principe de la thermodynamique affirme la conservation de l'énergie au sein d'un système. La loi d'entropie soutient que l'énergie contenue dans un système fermé, se dégrade et devient de plus en plus diffuse (Georgescu-Roegen, 2006). L'EI applique ces deux principes à la compréhension des écosystèmes naturels et artificiels.

Cette analogie entre les écosystèmes souligne la dépendance des systèmes anthropiques par rapport aux systèmes naturels (Beaurain & Varlet, Quelques pistes de réflexions pour une approche pragmatiste de l'écologie industrielle: l'exemple de l'agglomération dunkerquoise, 2014). Elle sert de représentation dont les systèmes anthropiques doivent imiter les principes, tels que la circularité ou la valorisation des déchets (Hess G. , 2009). De ce fait elle constitue le cœur de l'approche technique de l'EI.

1.2 Le point de départ de l'écologie industrielle : une vision technique

L'EI propose de faire une analogie entre le fonctionnement des écosystèmes naturels et celui du système industriel. Les écosystèmes naturels fonctionnent de manière quasi cyclique, seule

l'énergie solaire provient de l'extérieur. Il est impossible de distinguer les ressources des déchets, ces derniers devenant une ressource pour un autre organisme (Boiral & Kabongo, 2004). L'enjeu de l'EI est de faire en sorte que le système industriel se rapproche le plus possible d'un tel fonctionnement, ce qui suppose de mettre en relation les différents acteurs afin d'aboutir à la création de synergies entre eux (Maillefert & Robert, 2014). Pour Dominique Bourg, « *L'écologie industrielle ouvre la possibilité de repenser de fond en comble et, plus encore, de transformer les relations entre industrie/société/nature* » (Bourg D. , Le nouvel âge de l'écologie, 2001, p. 101). Le système industriel, tel qu'il est aujourd'hui, peut être considéré comme immature puisqu'il puise une quantité illimitée de ressources et les rejette massivement sous forme de déchets dans la biosphère. Il ne représente donc pas un système viable à long terme (Allenby, 1992 ; Erkman, 2004 ; Zaoual, 2014).

Afin de répondre à son objectif de faire passer l'écosystème industriel d'un état juvénile à mature, elle doit relever un quadruple défi (Diemer A. , 2010) : valoriser les déchets, boucler les cycles en minimisant les rejets, dématérialiser les produits et décarboner l'énergie (Erkman, 1997 ; Erkman, 2001 ; Erkman, 2004 ; Allenby & Cooper, 1994 ; Allenby, Richards & Frosch, 1994).

La valorisation des déchets par le traitement et le recyclage est devenue un enjeu majeur. Elle permet à la fois d'économiser des ressources et de réduire le volume de nos déchets (Diemer A. , 2010). Afin d'optimiser leurs coûts, les entreprises devraient systématiquement valoriser les déchets par l'intermédiaire de systèmes de tri ou de recyclage (Massard G. , Les symbioses industrielles: une nouvelle stratégie pour l'amélioration de l'utilisation des ressources matérielles et énergétiques par les activités économiques, 2011). Cette valorisation des déchets repose en premier lieu sur une innovation technologique. Elle doit permettre de redonner une seconde vie à certains déchets, ces derniers pouvant ensuite être réintégrés dans le circuit économique (Diemer A. , 2012). L'innovation technologique bien que nécessaire doit alors s'accompagner d'une innovation organisationnelle afin d'optimiser le processus de valorisation des déchets. Le terme d'innovation organisationnelle renvoie à l'idée de mobilisation de certaines compétences et de certains savoirs afin de mettre en place une démarche collective qui vise à optimiser l'utilisation de l'innovation technologique (Boiral & Kabongo, 2004).

Afin de redonner une seconde vie aux déchets par le recyclage, il est nécessaire de **boucler les cycles de matières et freiner les émissions dissipatives**. Cependant, ce dernier peut avoir certains effets négatifs si son utilisation n'est pas accompagnée d'un management environnemental optimal. Même s'il participe à diminuer les flux de matières, il ne fait pas nécessairement décroître leur vitesse et il peut même contribuer à leur accroissement à travers

des effets rebond (Buclet, 2011). En effet, le fait de savoir qu'un produit est recyclable peut entraîner un accroissement de sa consommation (Diemer A. , 2012).

L'action de recyclage peut également être polluante puisqu'elle consomme de l'énergie et dissipe certaines substances dans l'atmosphère (Erkman, 2001).

Cette approche en matière de recyclage apparaît comme non optimale et cela est dû en grande partie à la conception des produits. Pour permettre un recyclage efficace, il faudrait des produits pensés pour être entièrement recyclés (Erkman, 2004).

Ainsi afin d'éviter les effets néfastes provenant du recyclage, **dématérialiser l'économie** apparaît comme l'un des enjeux auquel l'EI doit répondre. Deux solutions paraissent envisageables. Une première solution consisterait à s'appuyer sur l'innovation et le progrès technique. Ceux-ci peuvent permettre d'utiliser de moins en moins de matière dans les processus de productions. L'industrie de la télécommunication en offre un parfait exemple où l'utilisation de la fibre de verre en remplacement du cuivre permet une amélioration considérable de matières (Diemer A. , 2010). Une autre solution serait de se tourner vers une économie de la fonctionnalité (Bourg & Buclet, 2005 ; Buclet, 2005 ; Buclet, 2014), dont *«L'idée est de dépasser l'achat de bien pour privilégier leur mise à disposition temporaire »* (Boutiller & Laperche, 2010, p. 8).

L'utilisation décroissante ou raisonnée de matières aboutirait alors vers une **décarbonisation de l'énergie**. En effet à chaque flux de matière est associé un flux énergétique. L'une des solutions les plus efficaces reste celle de la dématérialisation qui permettrait d'utiliser de moins en moins de flux de matières.

L'EI serait également un vecteur de création de parcs « énergético-éco- industriels » (OREE, 2009) où les centrales à charbon, thermiques et nucléaires seraient les « espèces clés » autours desquels un écosystème industriel se formerait. Les flux s'organisant autour de ces « espèces clés » par un bouclage systématique permettant la réduction de l'utilisation de carbone.

Les sciences de l'ingénieur jouent donc un rôle prépondérant dans la réalisation de ces objectifs. Mais ici la technologie n'est pas mobilisée dans le but de dépasser les lois de la nature mais pour améliorer le bien-être des individus tout en rendant le système industriel compatible avec ces dernières.

Dans sa thèse, Allenby véhicule une vision très scientifique et technique de l'EI. C'est pour lui une science de l'ingénieur pour les ingénieurs dont l'objectif est de boucler les flux de matières et d'énergies au maximum à l'intérieur d'un système industriel. Il considère que pour qu'une

démarche soit efficace il suffit de former de bons ingénieurs capables de transformer la société industrielle en un écosystème « mature » (Allenby B. , 1992).

Il propose alors une analogie entre l'évolution des écosystèmes naturels et l'évolution que devrait suivre un écosystème industriel afin de devenir mature et donc durable. Il définit ainsi trois types d'écosystèmes.

L'écosystème de type 1 correspond à la société industrielle telle qu'elle existe aujourd'hui. C'est-à-dire caractérisée par une linéarité des flux et fondée sur l'idée selon laquelle la capacité de la biosphère à absorber les émissions polluantes produites par l'homme est illimitée (Erkman, 2004).

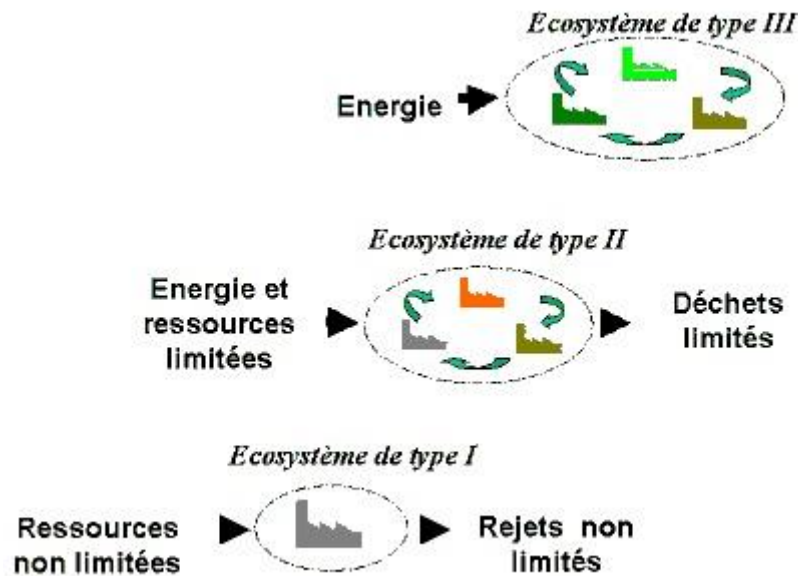
Dans **un écosystème de type 2**, les ressources deviennent de plus en plus limitées et les différents acteurs de plus en plus interdépendants, procédant à de nombreux échanges, alors que les flux entrants et sortants sont limités du fait de leur disponibilité et de la capacité limitée de la biosphère à absorber les déchets (Skubich, 2008). Ce type d'écosystème bien que plus efficace, n'est pas non plus viable à long terme car les flux restent unidirectionnels, les ressources diminuent alors que les déchets continuent de croître inexorablement (Erkman, 2004).

Pour qu'un écosystème industriel soit réellement **mature**, il devrait être semblable aux écosystèmes naturels. Ainsi dans l'évolution de la vie sur terre, la formation de véritables réseaux interconnectés procédant à des échanges de flux de matières a permis d'empêcher le gaspillage des ressources. Dans un écosystème naturel, les déchets d'une espèce constituent les ressources d'une ou plusieurs autres espèces, limitant ainsi les pertes. Seule l'énergie solaire est nécessaire pour assurer leurs approvisionnements (Dain, 2010).

Afin de devenir vraiment viable, les systèmes industriels doivent se rapprocher le plus possible de ce type d'organisation.

Pour Allenby, un écosystème idéal comprendrait des extracteurs de ressources, des fabricants, des consommateurs et des processeurs de déchets, ce qui permettrait de limiter la production de déchets du fait du recyclage (Erkman, 2004).

Figure 1: Principe de la maturation de la société industrielle



Source : B.Allenby, 1992

La maturation du système industriel est rendu possible à l'aide de l'analyse du **métabolisme industriel**. Celui-ci permet d'analyser l'ensemble des flux de matières et d'énergie qui rentrent, transitent et sortent d'un système industriel (Decouzon & Maillefert, 2013 ; Diemer & Labrune, 2007 ; Harpet, 2005). L'approche en termes de métabolisme industriel doit permettre de recueillir des données quantitatives et qualitatives sur ces différents flux. Sa méthodologie consiste donc à « *établir des bilans de masse, à estimer les flux et les stocks de matière, à retracer leurs itinéraires et leurs dynamiques complexes, mais également à préciser leur état physique et chimique.* (Erkman, 2004, p. 68)».

Au niveau des entreprises, cette comptabilité se matérialise à travers un tableau des entrées et sorties de matières et d'une analyse du cycle de vie du produit. Ces bilans environnementaux permettent de caractériser la structure des échanges et leurs impacts sur l'environnement (Diemer & Labrune, Quand l'écosystème industriel devient un vecteur du développement durable, 2007).

Cette approche technique a ensuite servi de support d'appropriation pour les sciences sociales, notamment des travaux d'économistes.

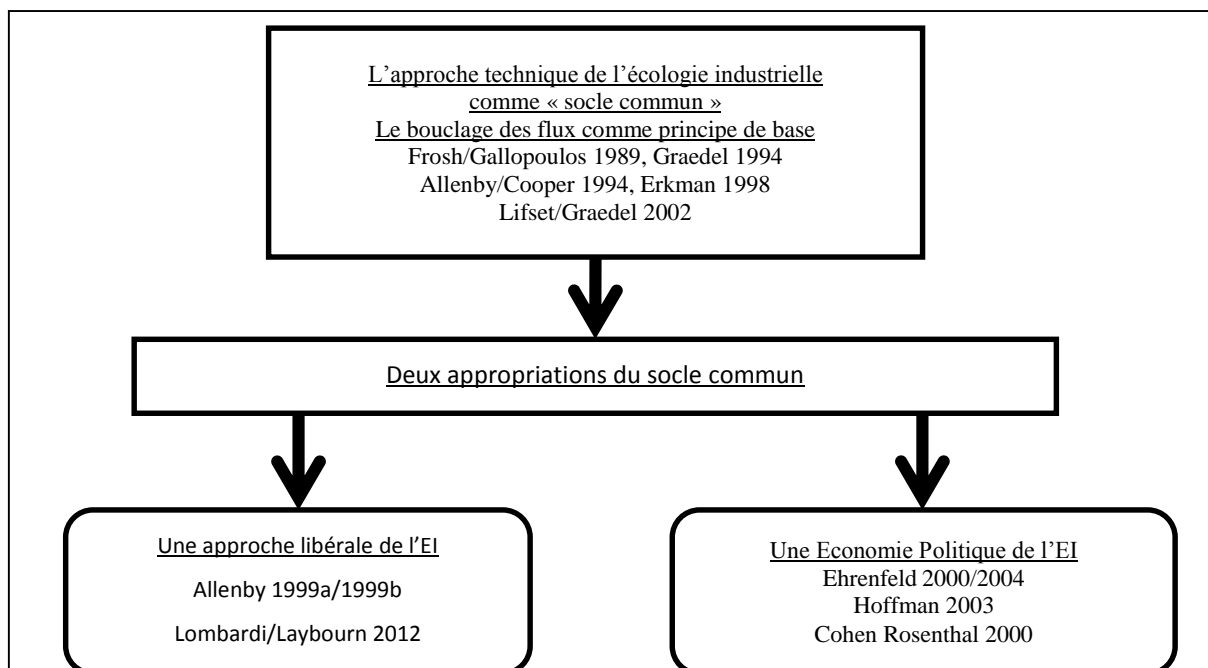
1.3 Deux appropriations de l'écologie industrielle

Dès lors les sciences sociales et notamment les économistes se sont appropriés ce socle technique de différentes manières (Hess G. , 2009). On retrouve deux visions opposées de l'EI dans leurs travaux.

Une première catégorie de travaux peut être considérée comme une approche libérale : l'Ecologie Industrielle ne constitue alors qu'un levier permettant la réalisation d'objectifs strictement économiques. Cette vision, bien que très répandue, ne permet pas d'aller vers un type d'organisation industrielle véritablement intégrée.

La seconde catégorie de travaux analyse l'E.I. non plus sous la seule vision économique mais en intégrant des principes sociaux en complément (Metereau & Figuière, 2014).

Figure 2: Trois catégories de travaux en EI



Source : Metereau et Figuière, 2014

La transposition de ce socle technique dans les sciences sociales contribue à faire émerger deux appropriations différentes.

Une première appropriation se fait dans une perspective libérale, même si certains auteurs comme Allenby peuvent être plus difficiles à catégoriser (Metereau & Figuière, 2014).

Cette vision de l'EI est la plus développée dans la littérature scientifique et sous-tend deux postulats : le libéralisme économique et le déterminisme technologique (Opoku & Keitsch, 2006).

Cette approche accorde une place prépondérante à la technologie comme vecteur du développement durable. Elle postule également une croyance dans l'efficacité des marchés afin d'assurer le bon fonctionnement des DEI. Elle correspond dès lors à une vision de l'EI en durabilité faible².

Une seconde appropriation est quant à elle qualifiée d'économie politique de l'EI. C'est une approche anthropocentrée qui remet en cause le fonctionnement du « paradigme social dominant » (Ehrenfeld & Gertler, 1997). La place de l'homme au sein de la nature doit être reconsidérée (Bourg & Whiteside, 2010). Le simple jeu du marché ne suffisant plus à inculquer le changement voulu, puisque ce dernier n'est jamais efficient (la concurrence est toujours imparfaite). L'EI apparaît alors comme une base conceptuelle permettant de résoudre des problèmes complexes (Brullot S., Mise en oeuvre de projets territoriaux d'écologie industrielle en France : Vers un outil d'aide à la décision méthodologique, 2009).

Le bouclage des flux de matières et d'énergies apparaît comme un problème à la fois d'ordre technique mais également organisationnel. Sa résolution passe donc par une étude approfondie des acteurs³ et des institutions qui y prennent part.

L'acteur n'est pas étudié ici au sens individuel mais au sein d'une communauté. Ces acteurs sont bien souvent inscrits dans des réseaux complexes, dont il faut étudier la structure et l'organisation afin de dégager les leviers de réussites de la mise en place d'une DEI (Ashton, 2008).

Les expériences d'EI montrent une forte interaction avec les territoires. Ce sont des démarches ancrées territorialement. La notion de territoire joue donc un rôle prépondérant dans la compréhension des DEI. Cette notion doit donc être définie.

² Les travaux économiques portant sur le développement durable peuvent être rangés en deux catégories. Une vision en termes de durabilité faible. C'est-à-dire fondée sur le primat de la croissance, une forte substituabilité entre capital naturel et technique, la confiance dans le progrès technique et le jeu des prix (Vivien, un panorama des propositions en matière de développement soutenable, 2004).

Une vision en durabilité forte, qui se distingue par une faible substituabilité entre capital naturel et technique, la notion de seuil d'irréversibilité et le fait que les biens environnementaux ne sont pas nécessairement « monétarisables » (Metereau & Figuière, 2014).

³ Le terme acteurs ici peut soit faire référence à un individu seul, soit à une organisation (publique ou privée).

SECTION 2 La notion de territoire, point de départ de l'Écologie Industrielle Territoriale

La notion d'espace en économie a longtemps été abordée comme un aspect secondaire, la réduisant souvent à l'idée de distance et à un coût à prendre en compte pour les firmes. Cependant le développement et la pérennité d'une implantation industrielle en un lieu ne tiennent pas seulement à des considérations de coûts, mais également à des facteurs non-économiques.

Le développement de la notion de territoire a permis de mettre en avant ces différents facteurs, qui permettent de favoriser la réalisation d'une démarche industrielle et la transition vers l'EIT.

Le terme territoire provient du latin, *territorium*, formé par la racine *terra* qui signifie la terre. Cette notion a tout d'abord été étudiée chez les animaux dès le début du Vingtième siècle (Kourtesi-Philippakis, 2011). Le terme de territoire recouvre plusieurs sens selon la discipline étudiée. C'est donc une notion difficile à appréhender.

En économie la notion de territoire est vue comme un construit social. C'est-à-dire le résultat d'un processus de construction qui met en jeu la coordination des acteurs et la valorisation de ressources spécifiques (Lamara, 2009 ; Colletis & al, 1999 ; Landel & Pecqueur, 2011).

La coordination des acteurs part d'un constat, celui de l'échec dans les années 1980 de la politique de centralisation des pouvoirs. Les politiques publiques provenant directement de l'Etat central ne prenaient pas en compte les spécificités locales. Parallèlement à ce mouvement de décentralisation, les acteurs locaux ont pris conscience de la nécessité d'agir et de participer à la vie locale (Lamara, 2009).

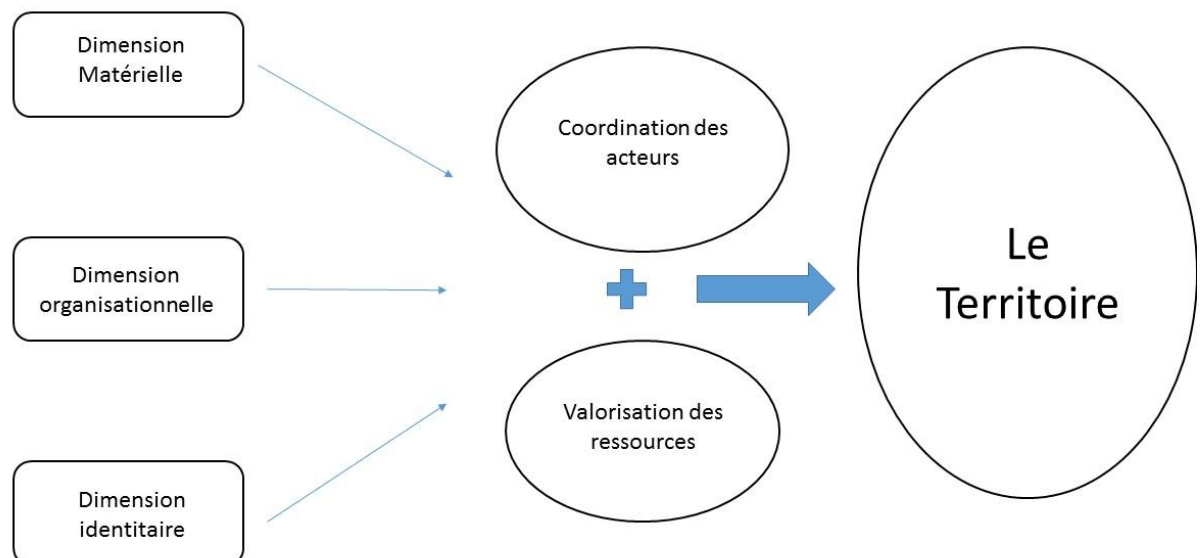
Ce principe de coordination des acteurs est donc né de ce double mouvement, de décentralisation et de l'émergence d'initiatives locales. On peut donc le définir comme la coordination d'acteurs privés et publics en vue de résoudre un problème difficile (Pecqueur, Processus cognitifs et construction des territoires économiques, 1996).

Dans l'analyse territoriale, la notion de **ressource** est essentielle, mais elle mérite d'être précisée. La ressource ne s'entend pas au sens de ressource naturelle, mais comme des ressources internes au territoire (Hircsak, 2007). Elles ne peuvent pas être transférées du fait qu'elles naissent de processus interactifs et cognitifs engagés lorsque des acteurs aux compétences différentes produisent des connaissances nouvelles par leurs mises en commun

(Kahn, 2010). C'est donc une notion importante puisque leur révélation par la coordination des acteurs permet l'émergence du territoire (Lamara, 2009). Ce dernier est un système complexe (Moine, 2006). Il comprend trois dimensions différentes mais complémentaires (Laganier, Villalba, & Zuindeau, 2002) :

- **Une dimension Identitaire** : Chaque territoire comprend une identité propre, qui est caractérisée par son nom, ses limites, son histoire, son patrimoine, mais également la manière dont les groupes sociaux se l'approprient.
- **Une dimension Matérielle** : Le territoire est constitué de propriétés naturelles qui peuvent être envisagées comme des potentialités ou des contraintes permettant son développement, ou de propriétés matérielles qui résultent de son aménagement par l'homme.
- **Une dimension Organisationnelle** : Le territoire comprend une organisation des acteurs sociaux et institutionnelle qui sont eux-mêmes caractérisés par des rapports de hiérarchie, domination, solidarité et complémentarité.

Figure 3: Le territoire dans ses trois dimensions



Le territoire doit alors être appréhendé comme une notion systémique qui articule trois sous système (Moine, 2006). L'espace géographique (délimité par des limites physiques en constante relation avec un système anthropique qui est lui institutionnalisé et au sein duquel existent des

relations social), le système des acteurs et le système de représentation de l'espace géographique (Cerceanu J. , 2014). Ces trois sous système, par l'intensité de leurs interrelations entre eux permettent de spécifier le niveau et la trajectoire de développement du territoire. Bien que les sciences territoriales soit relativement récente, elles sont composées de plusieurs corpus théoriques. Nonobstant un lien peut être fait entre le corpus théorique de la proximité et celui appréhendant le territoire comme un construit social recouvrant trois dimensions. En effet il existe une compatibilité théorique et épistémologique, les différents stades de développement d'un territoire peuvent être définis à travers le recoupement entre ces deux corpus. Le corpus de la proximité met en avant trois formes de développement territorial. L'**agglomération**, qui correspond à une simple concentration des activités (Amisse, 2011). La **spécialisation** qui correspond à un territoire aggloméré accompagné d'une logique industrielle forte (Pecqueur, 2005). Et enfin la **spécification**.

Un lien peut être fait entre une DEI et un territoire spécifique. Le processus de spécification repose sur sa capacité à internaliser des effets externes sans faire éclater le contexte territorial : *« Le processus de spécification caractérise un territoire qui dispose d'un mode de coordination entre les agents économiques qui, outre les effets de proximités organisationnelles, permettent une flexibilité dans le déploiement des ressources, des activités et des compétences, sans faire éclater le contexte territorial »* (Colletis, et al., 1999, p. 6).

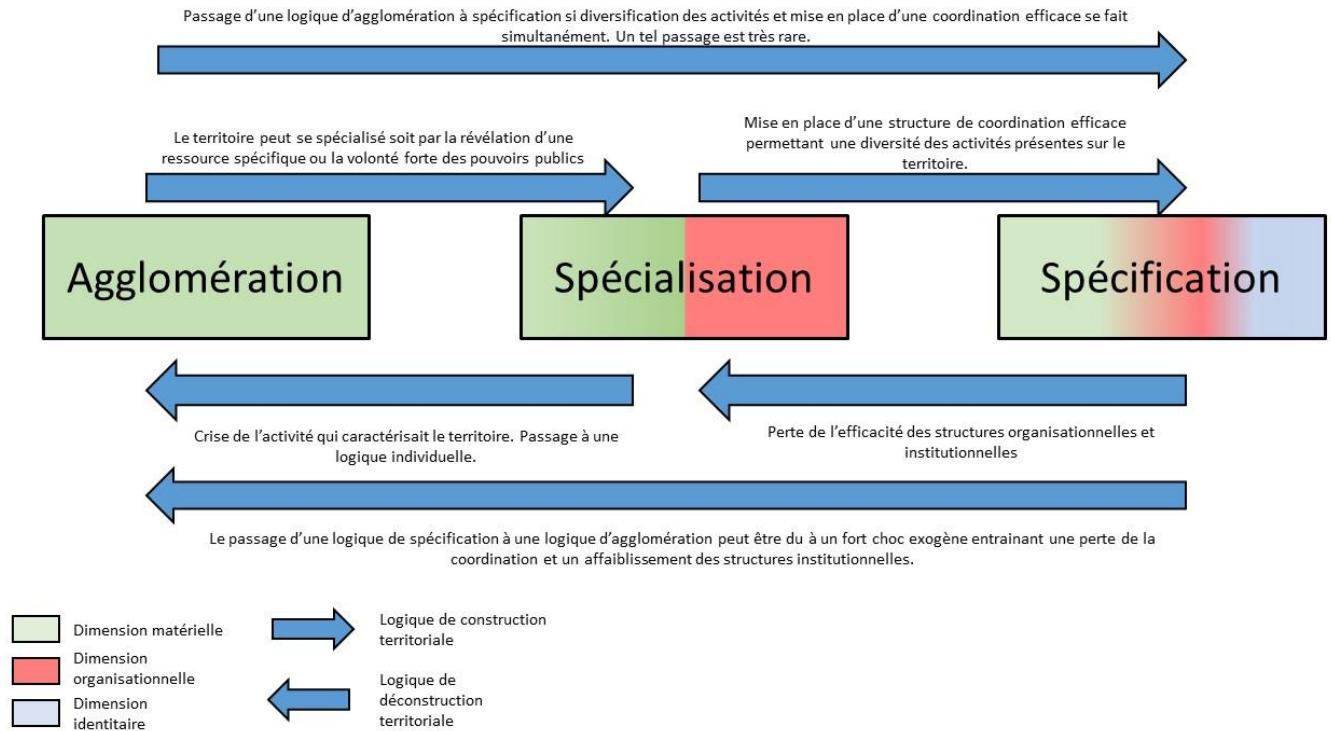
La spécification est le fruit d'une coordination mobilisant à la fois des acteurs publics et privés, des agents économiques et institutionnels. Il permet d'identifier des potentialités de développement du territoire et à organiser le redéploiement de ces ressources afin d'y parvenir (Ternaux & Pecqueur, 2008).

Ce mode de développement repose donc sur un degré fort entre les trois dimensions du territoire.

On note dès lors un parallèle entre les deux notions. Les DEI étant le fruit d'une coordination entre des acteurs diverses permettant de répondre à un problème complexe.

Le territoire peut à la fois se faire et se défaire en passant d'un stade à un autre en fonction du contexte économique et politique qui le caractérise. C'est donc un processus dynamique (Colletis, et al., 1999), qui répond à des logiques de constructions et de déconstructions territoriales.

Figure 4: Les trajectoires de développement territorial



Cette notion de territoire peut être liée à celle d'EI, permettant alors de passer du concept d'EI à celui d'EIT.

Conclusion du chapitre 1

Ce premier chapitre a permis de mettre en avant l'interdisciplinarité de l'EI. L'appropriation qui en est fait dans les sciences économiques provient d'un socle technique qui s'est développé à travers une vision très technique. A l'origine de ce socle technique on trouve les sciences de l'ingénieur. L'objectif alors de l'EI est un bouclage systématique des flux de matières et d'énergie permettant des économies de ressources et d'éviter les émissions dissipatives. Cette circularité des flux se réalise à travers des études techniques et relève d'innovations technologiques.

Dans un premier temps, l'apport des sciences économiques à l'EI s'est fait à travers une vision dichotomique. D'une part une vision libérale qui postule une croyance dans la technologie et le primat de la croissance. D'autre part une vision en économie politique de l'EI, qui replace l'homme au centre du processus et qui étudie les relations qu'il entretient comme déterminant de la mise en œuvre d'une DEI.

L'introduction des sciences territoriales et de la notion de territoire permet de faire un rapprochement entre les deux notions et d'enrichir le concept d'EI. Le territoire peut être un facteur explicatif de la réussite de mise en œuvre d'une DEI. La prise en compte de la proximité géographique entre différentes entreprises et les interactions qu'elles peuvent entretenir peut servir de base à l'explication de la réussite de telles démarches.

Le territoire semble alors être une clé d'entrée en vue de passer de la notion d'EI à celle d'EIT.

Chapitre 2 : L'Ecologie Industrielle Territoriale : Une première typologie des travaux

L'introduction de la notion de territoire dans le champ de l'EI permet d'effectuer un passage entre la notion d'EI et celle d'EIT.

De nombreux travaux, en majorité francophone, concerne le champ de l'EIT. De tous ces travaux il ressort que la notion de territoire et l'ancrage territorial de telles démarches s'imposent comme socle de base des travaux en EIT.

La mise en œuvre d'une DEI délimite un périmètre qui peut être considéré comme un territoire à part entière. C'est donc la dimension identitaire qui confère le caractère territoriale à une DEI. Cet ancrage permet de passer de la notion de DEI à celle d'EIT.

A partir de ce socle de base, deux catégories de travaux peuvent être distingué. Une première consiste en une démarche qui vise à opérationnaliser les DEIT par l'étude du métabolisme territorial.

L'approche en termes de métabolisme a tout d'abord été réalisée dans le cadre de l'écologie urbaine qui prenait comme territoire d'étude la ville.

L'étude du métabolisme territorial se réalise soit dans le but de mise en œuvre d'une DEIT soit afin de jouer le rôle d'outil d'aide à la décision permettant de prendre conscience des possibilités de valorisation des déchets et de bouclage des flux de matières et d'énergies.

Une deuxième catégorie de travaux, s'intéresse aux facteurs de réussite des DEIT par l'intermédiaire d'une analyse des acteurs territoriaux : leur caractérisation, leur gouvernance et les déterminants de la coopération inter-organisationnelle.

L'EIT apparait donc comme un concept aux multiples facettes sans définition établie. Ce chapitre doit permettre de faire le point sur les différentes catégories de travaux réalisé en EIT afin de poser les premiers jalons vers une définition et de proposer une première typologie de travaux.

SECTION 1 Le territoire comme socle de base des travaux en Ecologie Industrielle Territoriale

Le territoire est une notion complexe : c'est un processus qui repose sur d'une part la valorisation des ressources et par la coordination des acteurs (Landel & Pecqueur, 2011).

Le concept d'EI et celui de territoire ont de nombreux points communs. L'introduction de la notion de territoire au sein de l'EI est un point d'entrée vers l'EIT (Abitbol, 2012).

Leur processus de construction révèle de nombreuses similitudes et l'EI semble délimiter un territoire à part entière. Ce territoire aurait la durabilité comme « brique de base ⁴».

Le processus de construction territorial et la réalisation d'une DEI accorde de l'importance à la localisation des activités. Elle joue un rôle essentiel dans la réalisation d'une DEI, elle provient de plusieurs facteurs. D'une part de la recherche de gains de productivité à travers la concentration d'industrie et la réalisation d'économie d'échelle (Olszak, 2012). D'autre part, le rôle des politiques environnementales impulsées par les pouvoirs publics jouent un rôle prépondérant dans la concentration d'entreprises respectueuses de l'environnement (Padeiro, 2010). Ces politiques permettent la création de Zones d'Activité Economique Durable (ZAED) dans une optique de création de dynamisme économique s'articulant autour du respect de l'environnement.

La proximité permet de favoriser les processus de coopération et de coordination entre les différents acteurs. Le rapprochement d'acteurs sur une même zone d'activité ou dans un espace géographique proche permet la création d'un processus de partage de la connaissance (Diemer A. , 2012). La connaissance peut donc, dans ce cas, être appréhendée comme un bien public, ce qui lui confère plusieurs caractéristiques. Celle-ci est **non exclusive**, puisqu'elle est partagée par l'ensemble des acteurs du territoire. Elle est **non rivale**, puisqu'une fois la connaissance produite, l'ensemble des acteurs peut l'utiliser une infinité de fois avec un coût marginal nul. Enfin, elle est **cumulative**, puisque les externalités de connaissances serviront à en produire de nouvelles (Zouikri, 2006).

Le partage des connaissances par des acteurs localisés permet la structuration de « systèmes d'acteurs territorialisés », c'est-à-dire la capacité d'acteurs indépendants à mettre leur créativité et leur capacité en synergie (Cerceanu J. , 2013).

C'est à travers ce « système d'acteurs territorialisés » que des synergies inter-entreprises vont pouvoir se mettre en place (Beaurain, Longuépée, & Pannekoucke Soussi, La proximité institutionnelle, condition à la reconquête de la qualité de l'environnement. L'exemple de l'agglomération Dunkerquoise., 2009). Ces synergies inter-entreprises permettent de faire émerger une valeur commune à l'ensemble de leur périmètre de mise en œuvre : la durabilité.

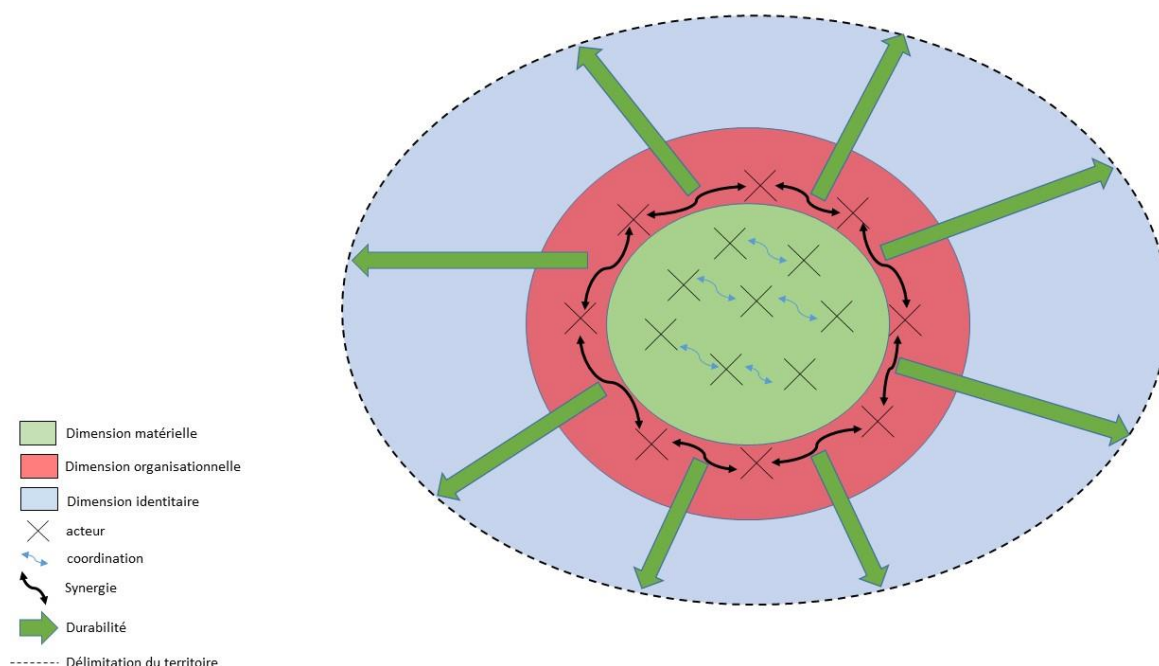
⁴ L'expression « Brique de base » est ici reprise d'un texte de Jacques Theys (2002)

La durabilité ne se limite pas ici à une durabilité économique mais elle recouvre 5 dimensions. **Une dimension sociale**, fondée sur une meilleure redistribution des richesses permettant une réduction des inégalités. **Une dimension économique**, qui dépend en grande partie de l'affranchissement de certaines contraintes externes et d'un meilleur partage des connaissances dans le but d'une répartition et d'une gestion des ressources plus efficace. **Une dimension écologique**, qui peut être atteinte grâce à une utilisation raisonnée des ressources naturelles et par une moindre consommation de matière dans les procédés de production. **Une dimension spatiale**, qui passe par un meilleur équilibre ville-campagne. Il s'agirait de s'affranchir d'une analyse du dynamisme territorial s'appuyant uniquement sur la dynamique des métropoles. Enfin, **une dimension culturelle** (Sachs, 1997).

L'EI et le territoire ont donc un processus de construction parallèle puisque la mise en place d'une DEI délimite un périmètre qui peut être considéré comme un territoire à part entière. Ce processus n'est pas un processus spontané et s'effectue dans une temporalité longue. C'est cette notion de temps qui permet de tisser des liens de confiance et des processus de coopération.

L'EI et le Territoire ne doivent donc pas être étudiés séparément mais imbriqués l'une dans l'autre. Cette imbrication conduit à ouvrir une troisième voie, celle de l'EIT.

Figure 5: EI et Territoire: imbrication de deux notions



A partir de ce constat, plusieurs catégories de travaux constituent le champ de l'EIT. Une première catégorie de travaux se veut être une démarche en vue d'opérationnaliser l'EIT par l'étude du métabolisme territorial.

SECTION 2 Le métabolisme territorial : un outil pour l'Ecologie Industrielle Territoriale

Une première catégorie de travaux, tente d'opérationnaliser le développement durable par l'étude du métabolisme territorial. Ce dernier est alors soit un moyen de valorisation des déchets soit un outil d'aide à la décision.

Le métabolisme territorial contrairement au métabolisme industriel ne se réduit pas à l'étude d'une filière mais propose d'étudier le métabolisme d'un territoire délimité.

C'est un concept qui n'est pas récent et qui tire son origine de la chimie urbaine. De nombreuses méthodes de quantification du métabolisme territorial existent.

2.1 De la chimie urbaine au métabolisme territorial

Le métabolisme territorial tire son origine de la chimie urbaine et du métabolisme urbain. Les premiers travaux sur métabolisme urbain datent du 19^{ème} siècle et sont l'œuvre de chimiste préoccupé par la production alimentaire et la fertilisation agricole (Barles, L'invention des déchets urbains. France:1790-1970, 2005).

La forte croissance démographique accompagnée de l'atteinte des limites des gisements d'engrais organiques ruraux a entraîné la peur de l'épuisement des sols conduisant à des pénuries permanentes (Barles, 2010).

La ville est alors considérée comme l'un des principaux foyers de nouveaux gisements d'engrais potentiels. Ce constat provient d'une toute jeune discipline à l'époque, la chimie urbaine. Cette dernière a permis de montrer que la mort était indispensable à la vie, et que donc la ville par sa quantité d'excrétas humains ou animaux peut permettre d'approvisionner les terres agricoles en engrais (Barles, 2012).

La quantification et la valorisation par la mise au point de techniques de collecte et de transformation sont alors devenues les principaux enjeux de ce siècle.

La chimie urbaine contribue fortement au développement d'une tryptique des échanges entre villes-industries et campagne.

« A côté de ressources classiques comme la houille, de nouveaux procédés chimiques ont permis de retirer de toute matière un nombre impressionnant de substances utiles : à partir d'os, des chiffons, des vieux bouchons de liège, des vieilles boîtes de sardines ou encore des écaillés d'huitres et cadavres d'animaux, les usages industriels se multiplient tandis que l'agriculture, à l'affût d'engrais, n'est pas en reste. Ainsi des os qui entrent dans de multiples fabrications industrielles (construction, tabletterie, boutonnerie, coutellerie, production de suif pour la savonnerie et les bougies, production de colle, de bouillons, charbon animal pour clarifier le sucre de betterave, production de gélatine alimentaire, fabrication du phosphore pour les allumettes...) mais qui reviennent, in fine, à des usages agricoles. » (Buclet, 2013, p. 167).

Cette époque est alors caractérisée par un taux de valorisation des déchets élevé qui ne sera plus jamais atteint.

Le progrès technique et la découverte de nouvelles matières premières ont entraîné la fin de la chimie urbaine à la fin du 19^{ème} siècle.

Il faut ensuite attendre les années 1960 pour voir réapparaître la notion de métabolisme.

Dans des travaux qui proviennent de l'EI, dont l'objet principal est l'optimisation des flux de matières d'un système industriel, en suivant le modèle de Kalundborg (Cf : encadré 1) (Barles, 2010).

Encadré 2: La symbiose de Kalundborg

Kalundborg est une petite ville industrielle du Danemark située à une centaine de kilomètres à l'Ouest de Copenhague. Adossée à un Fjord, elle abrite un port européen stratégique car accessible toute l'année malgré sa localisation. La ville s'est développée à partir des années 1950 via l'implantation d'une centrale électrique et d'une raffinerie de pétrole. Au fur et à mesure, les principales entreprises implantées ont commencé à s'échanger des déchets tels que de la vapeur d'eau ou du Gypse, de telle manière qu'à la fin des années 1980, les responsables locaux ont réalisé qu'un véritable « écosystème industriel » s'était mis en place. La symbiose de Kalundborg s'articule autour de cinq partenaires principaux, à savoir : une centrale électrique, une raffinerie de pétrole, une société de biotechnologie, une société suédoise de fabrication de panneaux en Gypse, et la municipalité de Kalundborg (Diemer A. , 2013). A partir de ces cinq entités se sont constitués des échanges de « déchets » valorisés. Par exemple, l'eau, issue du lac Tisso ou du réseau de la municipalité, constitue le « déchet » le plus échangé entre les différents acteurs sous forme de liquide ou de vapeur (Erkman, 2001).

Cette symbiose a permis de nombreuses économies de ressources, avec notamment une réduction de 45 000 tonnes par an de pétrole et 600 000 m³ d'eau par an. En outre la symbiose a participé à une réduction de gaz à effets de serre et de polluants. Concernant les bénéfices économiques, les revenus annuels sont évalués à 10 millions de dollars pour un investissement initial de 60 millions. Certaines études estiment aujourd'hui que les revenus cumulés s'élèvent à 120 millions de dollars (Erkman, 2004).

Si pour de nombreux auteurs, la symbiose de Kalundborg est considérée comme étant apparue de manière spontanée, certaines études tendent à prouver le contraire. Ces dernières insistent notamment sur le rôle qu'ont joué les pouvoirs publics dans la réussite et la pérennisation de la démarche. En effet, le Danemark est l'un des premiers pays à avoir imposé une réglementation stricte aux industriels en matière environnementale tout en ayant une politique de coopérations avec les entreprises. C'est dans ce contexte réglementaire que la municipalité de Kalundborg a poussé la centrale thermique à récupérer l'eau de refroidissement utilisée par la raffinerie de pétrole. Cette décision a été prise dans un souci de réduction de la pollution thermique du fjord et de rationalisation de la ressource en eau. La première symbiose émane donc d'une forte volonté politique de repenser l'organisation industrielle par rapport à son environnement (Buclet, 2011). En 1975, la municipalité de Kalundborg a investi dans un réseau de chaleur afin de limiter les pertes dissipatives issues de la centrale thermique. De plus elle a imposé à l'ensemble des résidents à se connecter à ce réseau pour en assurer le bon fonctionnement.

C'est ainsi que la symbiose de Kalundborg a pu prendre forme au fil des années. D'une part, à partir des diverses politiques d'incitation de la part de la municipalité ; d'autre part, à travers la réglementation stricte en matière environnemental imposé par l'Etat Danois.

Mais également à travers des travaux en écologie urbaine⁵ qui s'inscrit dans le cadre du développement de la théorie des écosystèmes. Les travaux en écologie urbaine se développent dans un contexte d'incertitude quant à la capacité de nourrir la planète (Barles, 2010).

L'écologie Urbaine apparaît pour la première fois en 1925, durant l'entre-deux guerres. Contrairement à l'écologie industrielle, l'écologie urbaine est tout d'abord appréhendée dans

⁵ L'écologie urbaine vise à favoriser une écologie de la ville et non pas une écologie dans la ville (Barles, 2010).

une dimension sociologique, par les tenants de l'école sociologique de Chicago (Boutaud, Le développement durable: penser le changement ou changer le pansement?, 2009). En effet ces derniers vont envisager l'écologie urbaine comme un moyen d'analyser l'homme en communauté. L'un des grands manques de l'analyse de l'école de Chicago provient du fait que les développements sur la notion d'écosystème ne seront développés qu'à partir de 1935 (Charles, 2003).

Cette vision laisse sa place à partir des années 1960 à une vision technique de l'écologie urbaine, qui appréhende la ville de façon systémique et qui vise à un bouclage des flux de matière au sein de cette dernière (Boutaud, Le développement durable: penser le changement ou changer le pansement?, 2009).

C'est ainsi qu'apparaît la notion de métabolisme en 1965 par l'intermédiaire de Wolfman qui étudie le métabolisme urbain (Rouvreau, Michel, Montfort, Jayr, & Morice, 2013).

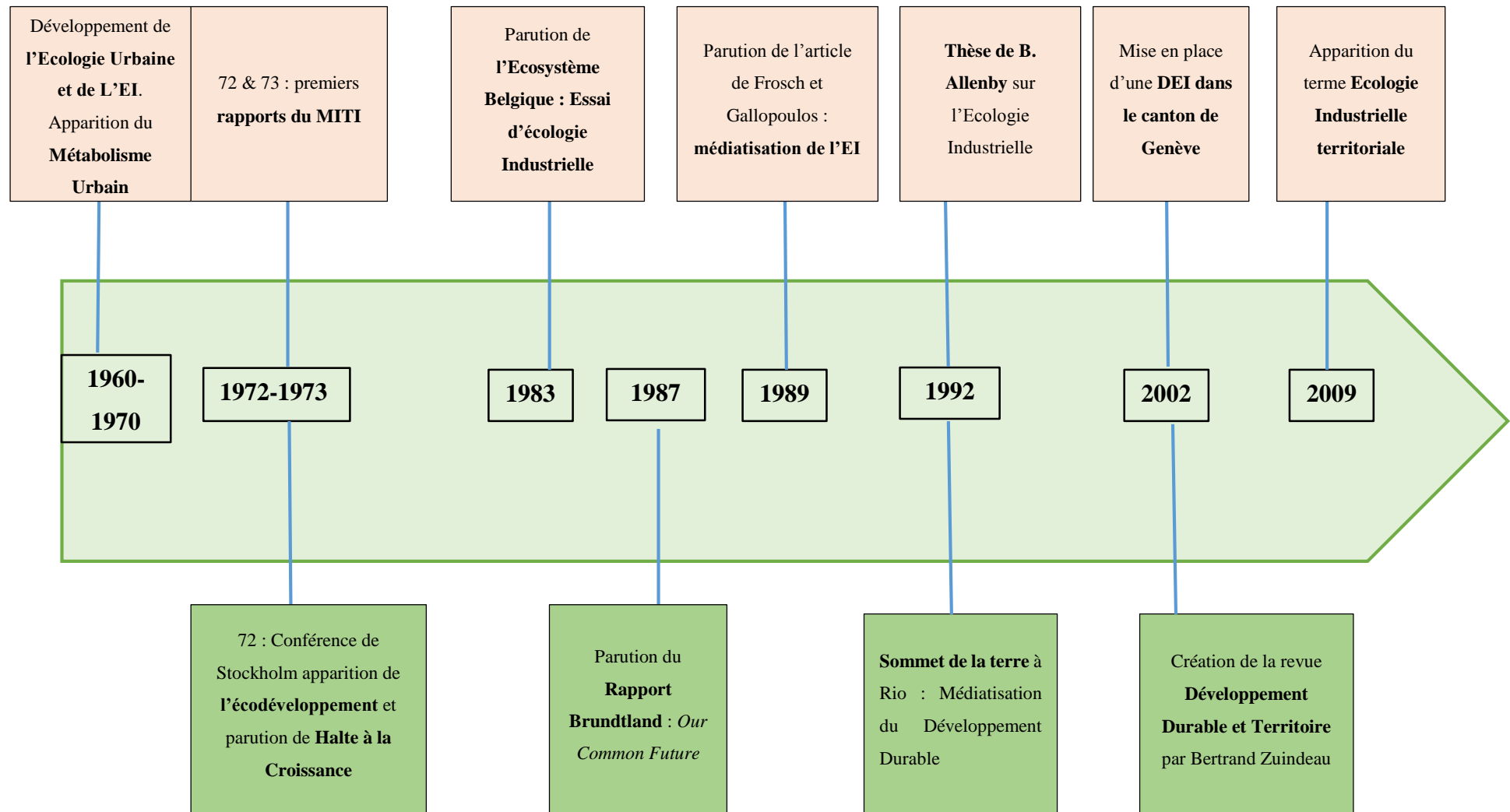
Dans les années 1980, de nombreux travaux relatifs à l'écologie urbaine se développent, cependant contrairement à l'EI ces derniers sont vivement critiqués. Cela est en partie dû au fait qu'ils envisagent la ville comme un parasite empêchant alors de mettre des moyens d'action en place (Barles, 2010).

La notion de métabolisme est alors dans un premier temps envisagée dans le cadre, de l'écologie urbaine avant de passer dans le champ de l'EI. Ces dernières années avec le développement de l'EIT on parle de plus en plus de métabolisme territorial.

Le métabolisme territorial vise à la compréhension de la dynamique du système territoire, il consiste à étudier les flux de matières qui entrent, transitent et sortent du territoire.

Le principe de métabolisme territorial dispose de méthodes de calculs différents mais qui peuvent parfois être complémentaires.

Figure 6: Historique comparée du développement durable, de l'écologie industrielle et de l'écologie industrielle territoriale



2.2 Différentes méthode de calcul du métabolisme territorial

Cette première catégorie de travaux s'inscrit dans la problématique du développement durable et la mise au point de stratégie de dématérialisation, valorisation, décarbonisation et découplage entre consommation de matière et développement économique (Hammer, Giljum, Bargigli, & Hinterberger, 2003).

Bien qu'étant peu nombreuses, il existe plusieurs méthodes d'analyse souvent inspirées des méthodes utilisées pour analyser les écosystèmes naturels.

- L'analyse des flux de matières brutes (Material Flow Analysis-MFA)

L'objectif de l'analyse de flux de matière est de caractériser l'impact du territoire étudié sur la biosphère (Barles, 2010).

La méthode la plus couramment utilisée en termes d'analyse des flux de matières brutes est celle fournie par l'institut de la statistique européenne, Eurostat (Barles, 2014).

Cette méthode a pour principal avantage de pouvoir permettre la comparaison entre différents territoires du fait de son caractère uniforme.

Le système comprend ici l'ensemble des activités humaines ainsi que sa population et sa production. Il exclut dès lors les composantes naturelles que sont l'eau, l'air et le sol.

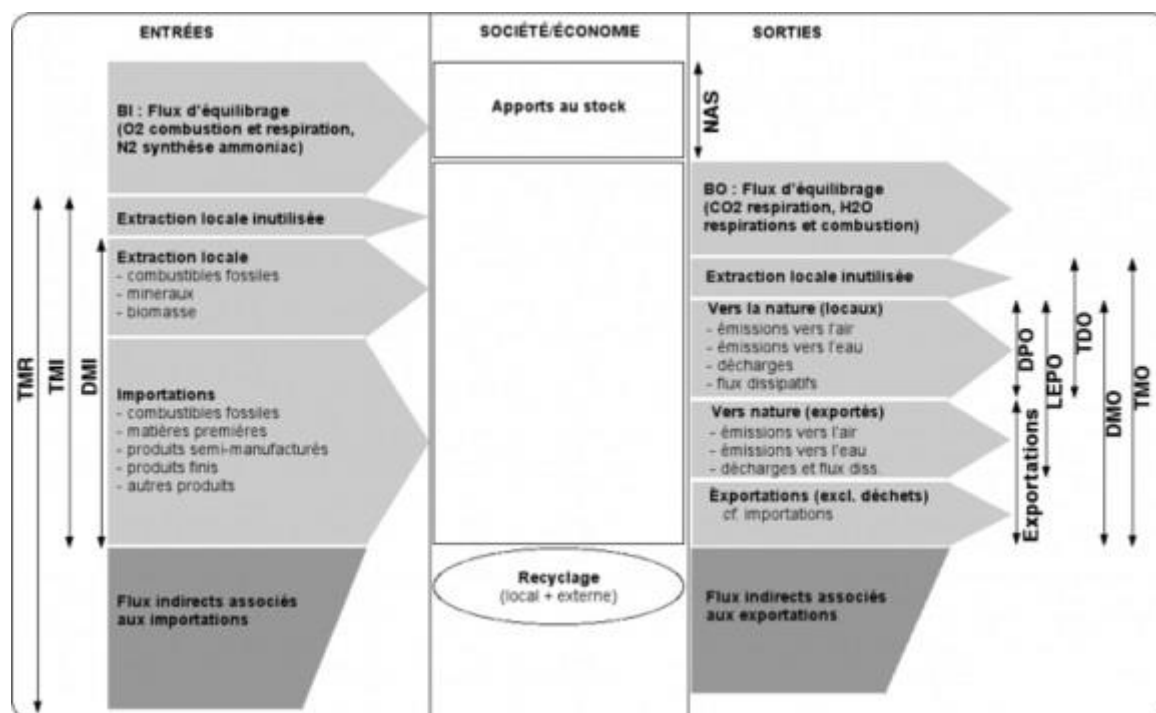
La méthode consiste à quantifier dans un premier temps les entrées. Ces dernières sont constituées des extractions locales, des importations et des flux indirects qui y sont associés.

Puis un second temps consiste à comptabiliser les sorties. C'est-à-dire les rejets vers la nature, les exportations commerciales, les exportations de déchets.

Aux entrées comme aux sorties s'ajoutent les extractions locales inutilisées, c'est-à-dire les matières extraites mais qui ne rentrent pas dans un processus de transformation, telle que déblais, les résidus agricoles non transformés, ... (Barles, 2014).

Enfin certaines matières sont stockées puisque le bilan de matières brutes repose sur la loi d'entropie.

Figure 7: Exemple d'un bilan de matière brute



Source : Barles, 2014

L'approche en termes de flux de matière brute est relativement récente et a souvent été utilisée pour peser le fonctionnement urbain.

C'est le cas notamment des études réalisées sur la ville de Paris (Cf encadré 2) qui ont notamment mis en évidence la nécessité de la dématérialisation (Barles, 2014).

Encadré 3: Le métabolisme de la ville de Paris.

La réalisation du métabolisme territorial d'une ville comme Paris nécessite dans un premier temps de déterminer un périmètre d'étude. Se limiter à Paris « *intra-muros* » ne permet pas de mesurer la pression métropolitaine sur les ressources et l'environnement. Trois échelle de travail simultanées ont été choisis : celle de Paris, celle de Paris et sa petite couronne et enfin celle de la région Ile de France (Barles, 2014). Le choix des différentes échelles permet de désagréger le bilan et d'effectuer des comparaisons.

Dans un second temps, il convient de choisir une année de référence en fonction de la disponibilité statistique. Dans le cas de cette étude, le métabolisme correspond à une vision de Paris durant l'année 2003 (Barles, 2007).

Il en ressort que Paris importe annuellement environs 20000 kilos tonne de matières et en rejette 11000 kilos tonne (Barles, 2009). Ces chiffres montrent l'importance de l'enjeu de la dématérialisation (Barles, 2014).

Les différentes échelles de travail et les différentes sources permettent de désagréger le bilan et de différencier le métabolisme en fonction de la forme urbaine (ville centre, périphérie, banlieue).

Il en ressort que le bilan reflète le fonctionnement métropolitain. C'est-à-dire une forte consommation de nourriture à Paris en raison de l'afflux de touristes et de la concentration de la population. Une forte consommation de matériaux de construction en périphérie du fait de l'étalement urbain (Barles, 2010).

Certains travaux utilisent l'Analyse de flux de matières brutes afin d'identifier des gisements de matières premières secondaires (Rouvreau, Michel, Montfort, Jayr, & Morice, 2013). L'étude réalisée dans le cadre du programme Ecosite visant à mettre en place une DEIT sur le canton de la ville de Genève en est une parfaite illustration (Cf encadré 3).

Encadré 4: Le métabolisme territorial du Canton de Genève

Pour répondre aux préoccupations concernant la raréfaction des ressources naturelles, le canton de Genève a favorisé la mise en application du concept d'EIT, en inscrivant ces principes dans la loi (Massard G. , Les symbioses industrielles: une nouvelle stratégie pour l'amélioration de l'utilisation des ressources matérielles et énergétiques par les activités économiques, 2011).

Genève est le premier canton suisse à avoir introduit l'EIT dans ses politiques publiques.

En 2001 Genève se dote d'une « *loi sur l'action publique en vue d'un développement durable* ». Elle pose les bases juridiques de l'établissement d'un agenda 21 cantonal qui a pour particularité de pouvoir être abrogé tous les quatre ans si le Grand Conseil n'est pas satisfait ou s'il n'a pas décidé d'en renouveler les objectifs. Son article 12 qui s'intitule ECOSITE, s'inspire directement des principes de l'EIT (Massard G. , 2011). Il énonce que :

« *L'Etat favorise la prise en compte des synergies possibles entre activités économiques, en vue de minimiser leur impact sur l'environnement* » (LDD, 2001) .

Pour le mettre en œuvre, un groupe de travail interdépartemental et pluridisciplinaire a été formé. Ce groupe est composé de différents services : le service cantonal de géologie, des sols et des déchets, du service cantonal de l'énergie, du service cantonal du développement durable, du service de la promotion économique, de la direction des bâtiments et de la Fondation pour les Terrain Industriels (FTI). Son objectif est de mettre en œuvre l'EIT à l'échelle du Canton. Afin de déterminer quelles pistes d'actions sont à mettre en œuvre en termes de gestion des ressources, il lance en 2002, une étude de métabolisme. Cette étude met en avant 5 pistes d'actions à privilégier (Massard G. , 2013) :

- 1) Une action de détection et de mise en œuvre de symbiose industrielles
- 2) Un travail sur la gestion des matériaux de construction et leur recyclage. Un groupe de travail, ECOMATEGE a été créé.
- 3) Une étude de la durabilité de l'usage des ressources sur le territoire cantonal.
- 4) Une action visant à introduire la notion de comptabilité physique au sein du service cantonal de la statistique.
- 5) L'analyse de l'organisation du transport de marchandises et de la logistique des ressources, en s'appuyant sur la méthodologie du métabolisme territoriale.

Le fait que les principes d'EIT soient inscrits dans la loi a un avantage fondamental. En effet un article de loi a des objectifs et fixe des normes, ce qui a joué un rôle clé dans la réalisation de la démarche.

Ensuite le fait que le canton avait déjà un système de recyclage des déchets très performant a facilité la transposition des principes de l'EIT (Massard G. , 2013).

En termes de résultats, certaines symbioses ont pu être mises en place, mais l'absence de cimenterie ou de centrale énergétique propre au canton en a limité les effets.

Le projet ECOMATGE a permis quant à lui d'aller vers un recyclage systématique des graves issues des matériaux de construction et donc d'assurer un peu plus la durabilité du canton.

En 2010, l'article 12 de la loi portant sur le développement durable a été modifié, elle s'intitule désormais « *ressources naturelles* », Sa teneur est la suivante :

« *L'Etat œuvre pour la diminution de la consommation de ressources naturelles et la limitation de la dépendance du canton vis-à-vis de ces dernières. A cet effet il élabore un plan d'action* » (LDD, 2010).

La décision a alors été prise d'arrêter les travaux du groupe ECOSITE, les objectifs étant atteints (Massard G. , 2011).

- Les flux de substances

L'analyse des flux de substances (AFS) étudie et quantifie la circulation au sein d'un système d'un élément chimique simple.

La différence par rapport à l'Analyse de Flux de Matières Brutes est que la caractérisation du métabolisme d'une substance ne peut être déconnectée de celle de son processus (Barles, 2010). L'AFS permet de traiter des questions ayant trait aux préoccupations alimentaires (impact de la production agricole, analyse de circuits courts...) et de santé publique (analyse de substance toxique...)

L'AFS peut servir d'outil en vue de mettre en place une politique de recyclage des déchets (Chèvre N. , 2013), ou d'outil d'analyse et d'aide à la décision permettant de détecter la présence de substances dangereuses dans le territoire en question (Chèvre, et al., 2010).

Il existe d'autres méthodes de quantification du métabolisme territorial telle que le bilan énergétique ou l'analyse de cycle de vie d'un produit.

En matière de métabolisme, l'analyse en termes de flux de matière brute demeure la plus couramment utilisée.

Cette première catégorie de travaux se veut très opérationnelle. L'idée de métabolisme territorial provient de l'idée selon laquelle les territoires dépendent des ressources qu'ils détiennent.

Cependant ces flux de matières et d'énergies dépendent de choix politiques, économiques et sociaux pris par des acteurs.

Une deuxième catégorie de travaux s'intéresse au rôle des acteurs dans les DEIT, à leur caractérisation, leur mode d'organisation et la façon dont ces derniers coopèrent. Cette deuxième catégorie de travaux contribue à identifier les facteurs clés de succès d'une DEIT.

SECTION 3 L'étude des acteurs comme facteur clé de réussite des DEIT

Une seconde catégorie de travaux reprend l'entrée territoriale, mais s'intéresse quant à elle aux acteurs⁶. C'est-à-dire leurs caractérisations et leurs identifications, le rôle des acteurs dans les DEIT, les modes de gouvernances de l'EIT et les déterminants de la coopération inter-organisationnelle.

Dans la plupart de ces travaux l'idée de base est que les aspects techniques ne peuvent pas expliquer la réussite de la mise en œuvre d'une DEIT. Il existe d'autres facteurs clés de succès qui peuvent être compris à travers une étude approfondie des acteurs.

3.1 La caractérisation des acteurs comme levier de pérennisation des DEIT

La caractérisation des acteurs peut se faire soit en amont soit au sein de la démarche. Dans le premier cas elle doit permettre d'identifier des acteurs pouvant prendre part à une DEIT.

Dans le second cas elle a pour but d'identifier les acteurs clés de la démarche. L'identification de ces derniers étant un moyen d'assurer une coordination efficace. L'analyse des acteurs est donc essentielle au bon fonctionnement et à la pérennisation d'une DEIT (Brulot, Payen, & Harpet, 2012).

Une analyse effectuée par Brulot, Maillefert et Joubert (2014) se propose de caractériser les acteurs selon trois attributs : le pouvoir, la légitimité et l'intérêt.

Le pouvoir peut être divisé en trois catégories. Le pouvoir réglementaire fait référence à la capacité d'un acteur à produire des normes et des conventions. Le pouvoir charismatique fait référence à la disposition d'un acteur à imposer ses décisions. Et le pouvoir économique qui fait lui référence au poids économique de l'acteur.

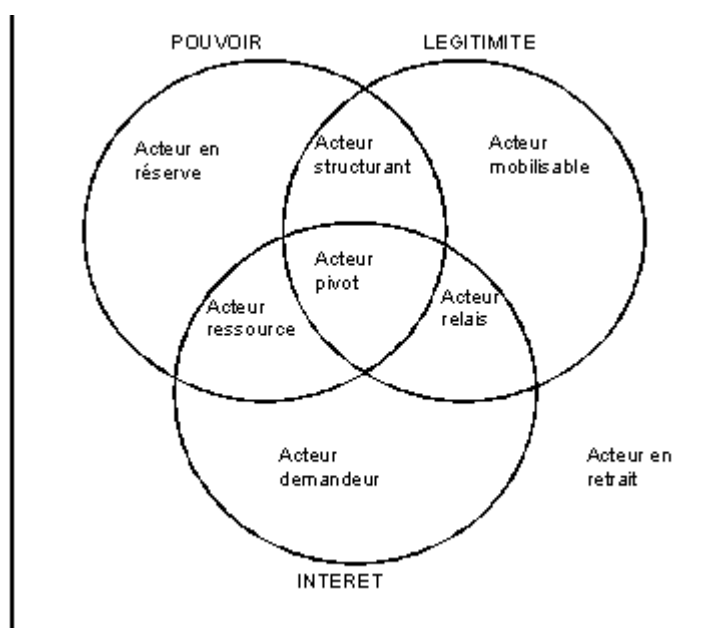
La légitimité, est ici entendue comme la reconnaissance par les autres. Il existe également trois types de légitimité. Une légitimité réglementaire qui s'obtient en raison du statut juridique de l'acteur. Une légitimité charismatique qui équivaut à la reconnaissance et une légitimité économique qui est due à la performance technique ou organisationnelle d'un acteur.

Le troisième attribut, l'intérêt est lui-même sous découpé en trois catégories. L'intérêt privé, c'est-à-dire que l'acteur vise une production ou l'appropriation de bien privé. L'intérêt général

fait référence à la satisfaction de l'intérêt de l'ensemble des acteurs présents, il relève souvent d'un portage par les organismes publics. Enfin l'intérêt commun concerne la production de bien commun sur un espace restreint (Brullot, Maillefert, & Joubert, 2014).

Dans le cas des DEIT l'objectif est de construire collectivement un intérêt commun. Cette construction collective doit relever d'un portage effectué par des acteurs clés. Afin de les identifier le recoupement des trois attributs précédents permet de se doter d'une grille de lecture des différents types d'acteurs structurant le territoire.

Figure 8: Typologie des acteurs territoriaux



Source : Brullot, Maillefert & Joubert, 2014

L'acteur pivot semble être l'acteur idéal pour le portage et la réalisation d'une DEI. Cependant il est très rare de trouver un tel acteur. Le portage de projet demande énormément d'investissement c'est pourquoi l'intérêt semble être un attribut essentiel afin d'endosser ce rôle, à condition qu'il permette de satisfaire des objectifs communs. Nonobstant cette caractéristique n'est pas suffisante et doit être couplée soit à la légitimité soit au pouvoir (Brullot, Maillefert, & Joubert, 2014).

Cette grille de lecture permet d'avoir un panorama soit du type d'acteurs pouvant participer à une DEIT soit qui peut en être le porteur.

L'identification systématique des acteurs permet d'analyser les leviers d'une gouvernance efficace.

3.2 La Gouvernance des démarches d'Ecologie Industrielle Territoriale

La gouvernance des DEIT est l'une des clés permettant à la fois de comprendre le fonctionnement des différents acteurs mais également d'analyser la réussite de ces dernières. La gouvernance est une notion difficile à appréhender, du fait de son caractère polysémique (Duchemin, 2011).

Le terme de gouvernance provient du Grec *Kubernân* qui signifie piloter un navire ou un char et qui fut utilisé de façon métaphorique par Platon pour désigner le fait de gouverner des hommes.

C'est de cette racine Grec qu'est naît le mot latin *gubernare*. Le terme de gouvernance sera ensuite utilisé en ancien français pour désigner un statut administratif particulier, puis il tombera en désuétude à la fin du 15^{ème} siècle, du fait de son attachement à l'ancien régime.

Il faut attendre les années 1930 pour le voir réapparaître sous le terme anglais de *governance* dans le contexte de l'entreprise (Joumard, 2009).

On peut noter qu'il existe au moins trois acceptations du terme de gouvernance.

Une première acceptation s'inscrit dans le contexte de l'entreprise et fait référence à la notion de *corporate governance* et l'établissement de nouveaux rapports entre dirigeants et propriétaires des entreprises.

Une seconde acceptation fait suite aux recommandations des grandes organisations internationales telles que le Fond Monétaire International (FMI) et la Banque Mondiale (BM) et s'intéressent à la manière dont sont gouvernées les nations. Mais cette acception fait également référence à la gestion des grands problèmes mondiaux par l'intermédiaire de la notion de gouvernance globale (Brullot, Maillefert, & Joubert, 2014).

Enfin une troisième acceptation fait référence au caractère local voir territorial et désigne des formes de coordinations particulières (Figuière & Rocca, 2012), on parle alors de gouvernance territoriale. C'est cette acceptation qui nous intéresse ici.

Le terme de Gouvernance territoriale désigne pour Kooiman (1993) le « *modèle, ou la structure qui émerge dans un système socio-politique en tant que résultat commun de l'interaction de tous les acteurs en présence. Ce modèle ne peut être réduit à un seul acteur ou à un groupe d'acteur en particulier* » (Decouzon & Maillefert, 2013, p. 3).

Selon les différents acteurs en présence, la gouvernance territoriale peut prendre différentes formes :

Une gouvernance privée, correspond au cas où une organisation privée (Un centre de Recherche et Développement, une firme motrice, une association d'entreprise, ...) est l'acteur clé autour duquel s'effectue la coordination des acteurs (Leloup, Moyart, & Pecqueur, 2005).

Une gouvernance privée collective, où l'acteur clé est une institution regroupant des acteurs privés et qui favorise la coordination de leurs stratégies (Colletis, et al., 1999). Les clubs d'entreprises en sont une bonne illustration.

Une gouvernance institutionnelle, quand une ou plusieurs institutions sont les acteurs clés (Gumuchian & Pecqueur, 2007).

Une gouvernance mixte, c'est-à-dire une association entre les deux différentes formes présentées précédemment, mais avec une dominante. Ce qui permet de caractériser chaque territoire comme un cas particulier selon l'ancrage privé ou public des acteurs qui le compose (Colletis, et al., 1999).

Dans le cas des DEIT il est très rare de retrouver un cas pur de gouvernance, un type de gouvernance mixte étant alors de mise (Brulot S. , 2009). Elle se construit autour d'un acteur clé.

Ce dernier a pour rôle de créer un certain type de coordination dans la perspective d'une action collective (Maillefert & Schalchili, Prérequis pour la construction d'une méthodologie pour l'implantation d'une démarche d'écologie industrielle à l'échelle d'un espace territorial, 2010).

Une gouvernance efficace doit permettre de dégager des objectifs communs, partagés par l'ensemble des acteurs (Maillefert M. , 2009). Ce sont ces objectifs qui deviendront les moteurs de l'action collective (cf encadré 4).

Encadré 5: La démarche d'écologie industrielle territoriale du bassin dunkerquois

La DEI sur le bassin dunkerquois est née d'une revendication citoyenne pour une meilleure qualité de l'air.

Afin d'y répondre, deux organismes se mettent en place dans les années 1990. Un secrétariat permanent de prévention de pollution industrielle (SPPPI), et le centre de recherche en environnement industriel (CREID) dont le but est de faire le lien entre le monde de la recherche et celui de l'industrie. Ainsi il leur offre des solutions aux problèmes posés par les contraintes environnementales.

Ces deux instances ont permis de créer de nombreux échanges autour de la revendication d'une meilleure qualité de l'air. De plus elles ont impulsé la création d'un consensus entre tous les acteurs locaux sur l'exigence d'un air sain qui permettrait une limitation des impacts sanitaires, une meilleure attractivité économique et une amélioration des processus de production. La dimension économique n'est donc pas absente des débats mais elle est complémentaire à la dimension environnementale (Beaurain C. , 2008).

La mise en place d'une démarche d'écologie industrielle démarre dans les années 2000 avec la création de l'association ECOPAL (Economie et écologie partenaire dans l'action locale), elle a pour mission de trouver des synergies entre les entreprises afin de permettre une mutualisation des flux d'énergies et de matières et ainsi de répondre aux besoins d'une amélioration de la qualité de l'air et d'une meilleure efficacité économique. On peut noter deux étapes dans l'évolution de la mission de cette association (Beaurain & Brullot, 2011).

En premier lieu, il a fallu faciliter la transmission d'informations entre les acteurs et favoriser le partage des connaissances pour créer des apprentissages collectifs. Pour cela deux commissions ont été créées. L'une autour de l'animation de la zone industrielle en termes de sécurité, signalétique, utilité, gestion de l'environnement et de l'énergie. La seconde autour de la gestion des déchets, tenant son importance dans la recherche de filières collectives qui en permettent la valorisation. Les discussions autour de ces commissions ont permis la création de pratiques collectives.

Dans un second temps, ECOPAL a lancé en 2007 une étude « inventaire des flux » permettant d'identifier les synergies existantes et potentielles, afin d'approfondir la mise en place du processus d'EI. Cette étude a permis d'en identifier plus d'une cinquantaine parmi lesquelles apparaissent : les échanges de flux entre Arcelor et Dalkia dans le domaine du chauffage urbain ; les échanges de vapeurs et d'électricité entre la centrale DK6 et Arcelor ; la récupération des eaux chaudes de la centrale nucléaire des Gravelines par la ferme aquacole Acquanord ; ou encore les échanges de Naphta entre les entreprises Poliméri et Total.

On note une importance des Grands groupes industriels dans cette démarche, et du point de vue des modes de coordination, deux catégories sont mises en évidence :

- les interactions entre les entreprises du même secteur et parfois du même groupe
- les interactions entre entreprises de secteurs différents qui ont su saisir des opportunités c'est le cas de Poliméri et Total.

Il faut également souligner l'importance des acteurs locaux, comme la chambre de commerce et d'industrie, la communauté urbaine et l'agence de développement économique pour faciliter les accords entre les entreprises.

Cet exemple de mise en place d'une DEI met en lumière la nécessité de prendre en compte un bien environnemental, l'air, pour le développement de l'activité industrielle sur le territoire de dunkerque. En outre, cette DEI marque le rôle prépondérant qu'ont joué les différents acteurs afin de créer une institution partagée, ECOPAL moteur d'une action collective (Beaurain & Brullot, 2011).

La gouvernance est donc un processus construit et qui demande du temps afin de devenir pérenne (Beaurain C. , 2002), notamment car elle nécessite de faire s'asseoir autour de la table des acteurs hétérogènes et de construire une relation de confiance (Dain, 2010). Cette relation de confiance permet la facilitation de la transmission des connaissances (Delerue & Bérard, 2007) et donc est un vecteur de réussite des DEIT.

En effet c'est l'instauration d'une relation de confiance entre les acteurs qui permet de mettre en place des coopérations inter-organisationnelles.

3.3 Les déterminants de la coopération inter-organisationnelle

La coopération inter-organisationnelle est l'un des fondements de la réussite des DEIT. En effet la mise en place de synergie nécessite des coopérations entre les différents acteurs.

Afin de surmonter les difficultés découlant de l'hétérogénéité des acteurs dans une DEIT, les travaux provenant des sciences de gestions et de la sociologie de la traduction permettent de mieux appréhender les déterminants de la coopération.

A cette occasion, on soulignera ici la nécessité pour l'économiste d'adopter une démarche disciplinaire ouverte. Bien qu'étant un travail d'économiste, la thématique du développement durable nécessite de faire référence à des disciplines qui peuvent être considérées comme « cousines » (Figuière, Boidin, & Diemer, 2014).

Le corpus des alliances stratégiques permet de dégager les déterminants des coopérations inter-organisationnelles.

Des alliances stratégiques peuvent être mise en œuvre lorsque la coopération se retrouve corrélée à la notion d'intérêt économique.

La coopération peut alors être entrevue comme une simple ressource permettant aux entreprises d'acquérir des savoirs et des compétences qu'elles n'avaient pas en interne.

Le fait qu'une entreprise détienne une avance technologique dans un certain domaine peut être un moteur de coopération. La coopération peut être un moyen de faire profiter à des entreprises plus petites, ou n'ayant pas les mêmes moyens financiers de cette avance technologique afin d'être plus compétitives.

La coopération inter-organisationnelle est un processus qui se construit dans le temps. La notion de temporalité est donc un facteur clé de succès d'une alliance stratégique. Cela semble se vérifier dans le cas des DEIT (Abitbol, 2012).

Cependant les sciences de gestions ne peuvent pas expliquer à elles seules comment différents acteurs peuvent être amenés à coopérer.

Dès lors l'apport de la sociologie est important. Notamment les apports de la sociologie de la traduction. Ce corpus s'intéresse à la notion d'hétérogénéité et essaye de comprendre comment cohabite des éléments divers.

La sociologie de la traduction pense les hommes au sein de leur environnement à travers la notion de réseaux socio-technique. Ces derniers sont constitués d'acteurs divers qui interagissent entre eux (Abitbol, 2012).

Le fait d'avoir à faire à des acteurs divers demande de faire appel à la notion de traduction. La traduction a pour but de faire émerger un référentiel commun des objectifs et intérêts entre des acteurs divers. C'est par ce procédé que la coopération devient alors possible.

Dans le cadre des DEIT ce concept est extrêmement important. Les différents acteurs qui interagissent au sein des DEIT doivent pouvoir se référer à un même langage, une même traduction de leurs objectifs, afin d'amorcer une coopération servant l'intérêt commun.

Des travaux en EIT, réalisés par Juliette Cerceau (2014, 2013, 2012) à partir d'une méthodologie provenant de Junqua, Cerceau et Mat (2012) ont permis de mettre en avant la nécessité de l'établissement d'un langage commun.

Le but de cette méthodologie étant de pouvoir interroger des acteurs d'une zone industrielle sur différents enjeux les concernant (Cerceau J. , 2013). La grille proposée serait co-construite par les acteurs, leur permettant de dégager les principaux enjeux territoriaux. Cela leur permet alors de se doter d'un langage commun compris par tous (Cerceau, et al., 2012). Une fois un langage commun déterminé, les acteurs doivent dialoguer afin d'établir des intérêts communs et d'avoir une vision des divergences pouvant exister au sein du territoire. Si le dialogue abouti, alors une coopération entre les acteurs peut être mise en place en vue de la réalisation d'un projet commun (Cerceau J. , 2014).

Ces travaux ont permis de mettre en avant la nécessité de se référer à un langage commun afin d'établir un projet basé sur la coopération.

SECTION 4 Premiers jalons vers une définition de l'Ecologie Industrielle Territoriale

L'EIT est un champ nouveau dans la littérature francophone. Bien que le lien entre la notion d'EI et celle du territoire remontent au début des années 2000, la première apparition du

terme d'EIT date quant à lui de 2011 et d'un ouvrage réalisé par Nicolas Buclet intitulé : « *L'écologie industrielle et territoriales, stratégies locales pour un développement durable* ». Dans cet ouvrage, Buclet reprend la définition donnée par l'atelier de prospective ARPEGE : « *L'Ecologie Industrielle s'inscrit dans l'Ecologie des sociétés industrielles, c'est-à-dire des activités humaines productrices et/ou consommatrices de biens et de services.*

L'Ecologie Industrielle porte une attention particulière à l'analyse des échanges entre les sociétés et la nature et à la circulation des matières et de l'énergie qui les caractérisent, ou qui caractérisent les sociétés industrielles elles-mêmes. Ces flux sont analysés d'un point de vue quantitatif (métabolisme industriel) voire naturaliste, mais aussi d'un point de vue économique et social, dans une perspective systémique. L'Ecologie Industrielle constitue ainsi un champ de recherche pluri et interdisciplinaire, mais aussi une démarche d'action dans la perspective d'un développement durable. Sa mise en œuvre vise à rendre compatible les actions humaines avec les capacités de la biosphère. En ce sens, l'écologie industrielle appelle un changement de paradigme et de représentation. » (Buclet, 2011).

Bien que sur certains points ce travail partage la définition donnée par l'ARPEGE et réutilisé par Buclet.

Cette dernière ne peut suffire pour qualifier le champ de l'EIT au sens où ce travail l'entend. Le terme d'EIT renvoi à la notion de territoire. Ce dernier doit en être le socle de base. En effet la prise en considération de la notion de territoire permet de considérer l'espace non plus comme un simple réceptacle, mais comme un acteur à part entière créateur de ressource (Pecqueur & Zimmermann, 2004). Mais également comme un espace durable construit par les acteurs à travers les la représentation commune qu'ils s'en font.

Le territoire sera alors le cadre conceptuel des futurs travaux qui seront réalisés.

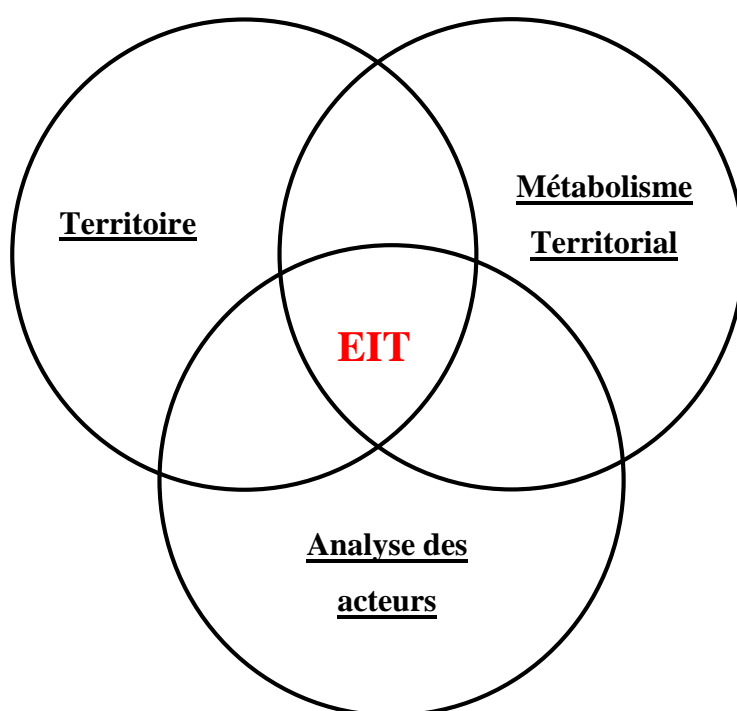
L'objectif de l'EIT est de rendre opérationnel le développement durable. Pour cela l'étude du métabolisme territorial est une prérogative. Cependant une étude seulement technique qui se limiterait à une filière ou à un simple produit ne permet pas d'aller vers une vision systémique du territoire.

Le métabolisme territorial doit permettre de rendre compte des potentialités de synergies mais également de faire prendre conscience de l'épuisement des ressources et donc de la dépendance envers les territoires voisins. Il peut donc avoir plusieurs utilités :

- mettre en avant les diverses synergies possible en vue de boucler les cycles de matières et d'énergies.
- Être un outil d'aide à la décision permettant de prendre conscience des insuffisances d'un territoire et donc de pouvoir servir de levier vers des politiques publiques adaptées.

Nonobstant l'étude du métabolisme territorial est un préalable à la réalisation d'une DEIT, mais sa pérennisation dépend d'autres facteurs liés au rôle des acteurs au sein de telles démarches. La caractérisation des acteurs, l'analyse de la gouvernance des DEIT et des moteurs de l'action collective doivent venir compléter l'analyse en termes de métabolisme. La définition de l'EIT se trouve donc au cœur du tryptique : territoire, métabolisme territorial et analyse des acteurs.

Figure 9: L'écologie industrielle territoriale: entre territoire, métabolisme territorial et analyse des acteurs



Conclusion du chapitre 2 :

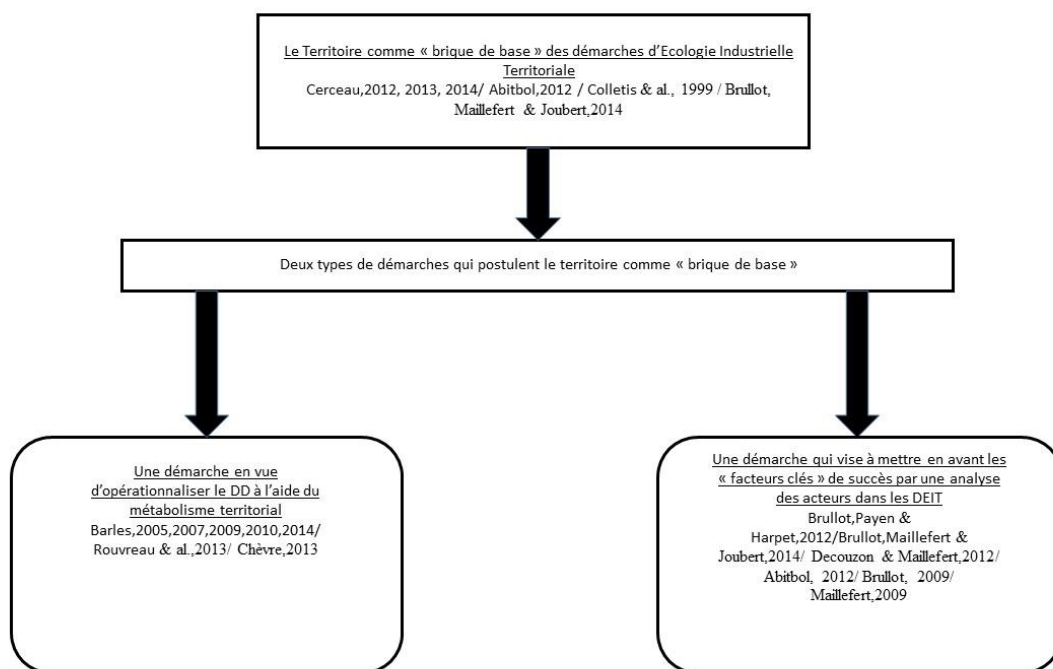
Ce chapitre a permis de mettre en évidence que la notion de territoire était une notion fondamentale du concept d'EIT. Bien qu'il n'y ait pas consensus sur une définition de l'EIT, l'ancrage territorial des démarches semble en être le point de départ. Le courant de l'EIT rassemble deux catégories de travaux qui correspondent à deux démarches différentes.

Une première qui s'intéresse au métabolisme territorial et qui par son intermédiaire tente d'opérationnaliser le développement durable.

De nombreux travaux se sont intéressés au métabolisme territorial. Il s'avère que ce dernier permet de mettre en avant les principales synergies envisageables mais aussi de faire prendre conscience du stock disponible de ressource du territoire étudié.

Une seconde catégorie s'intéresse aux acteurs et à leurs organisations. Les acteurs jouent un rôle essentiel au sein des DEIT. Leur caractérisation est donc une étape obligatoire afin de pouvoir en étudier leur organisation et les déterminants qui les poussent à coopérer. L'étude des acteurs semble être l'un des facteurs clé de réussite des démarches d'EIT.

Figure 10: Une typologie de travaux en Ecologie Industrielle Territoriale



La réalisation de cette typologie de travaux a permis de dégager une première définition du concept d'EIT qui servira de base à l'élaboration des futurs travaux.

Conclusion générale

Le développement durable est l'une des préoccupations majeure des acteurs du territoire afin de répondre aux exigences de développement territorial. Son application est un vecteur d'attractivité et permet de renforcer l'ancrage territorial.

L'EI permet de réduire les impacts des activités économiques sur l'environnement et est considérée comme une application directe des principes du développement durable.

Du fait qu'il ne soit pas récent, le concept de l'EI comprends de nombreux travaux. Plusieurs auteurs ont tenté d'en dresser une typologie. Ce fut tout d'abord le cas de Beaurain & Brulot (2011) puis de Metereau & Figuière (2014). Ces derniers proposent de classer les travaux d'EI en trois catégories distinctes.

Un socle technique, qui fonctionne par analogie entre les écosystèmes naturels et industriels constitue la première catégorie. L'appropriation de ce socle technique par les sciences sociales permet de distinguer deux autres catégories de travaux. Une première appropriation peut être considérée comme libérale. Les travaux faisant partie de cette catégorie postulent un primat pour la croissance et un fort déterminisme technologique.

Une seconde appropriation peut être considérée comme une vision en « économie politique » de l'EI. Cette vision permet de replacer l'homme au centre du processus.

L'introduction de la notion de territoire permet de faire un passage entre le concept d'EI et celui d'EIT.

En effet il apparait que le processus de construction d'une DEI permet de par la proximité des acteurs et de leurs modes d'organisation, de dégager une même représentation du territoire. Les DEI ont donc une dimension identitaire servant un objectif commun. C'est cette identité commune qui permet de délimiter un périmètre qui est un territoire à part entière. Les DEI peuvent dès lors être considérée comme des démarches ancrées territorialement. Cet ancrage territorial des démarches permet de passer du concept d'EI à celui D'EIT.

Il apparait clairement que le concept d'EIT à l'instar de celui d'EI, compte plusieurs catégories de travaux.

Ce mémoire a permis de montrer que l'ancrage territorial des démarches constitue le socle de base. A partir de ce constat, il est possible de distinguer deux catégories de travaux qui correspondent à deux types de démarches.

Une première catégorie de travaux se donne l'ambition d'opérationnaliser le concept d'EIT par l'intermédiaire du métabolisme territorial. L'utilisation du métabolisme territorial contrairement au concept de métabolisme industrielle permet de prendre en compte les spécificités inhérentes à chaque territoire. Il peut soit permettre de mettre en œuvre des possibilités de synergies inter-organisationnelles, soit mettre en avant les diverses dépendances que peut connaître un territoire en termes de ressources. Il devient dans ce cas un outil d'aide à la décision en vue de la mise en œuvre de politiques publiques allant en vue de corriger ces dépendances.

Une seconde catégorie de travaux s'intéresse au rôle des acteurs au sein de telles démarches. La caractérisation des acteurs doit permettre d'identifier des acteurs clés susceptible d'être porteur de DEIT. L'analyse des acteurs au sein des DEIT permet d'étudier la gouvernance de ces démarches et d'identifier les moteurs de coopérations inter-organisationnelles.

En outre, l'analyse des acteurs permet d'identifier les facteurs clés de succès des DEIT.

La construction de cette typologie a permis de dégager les premiers jalons vers une définition de l'EIT. Cette définition devra servir de bases aux futurs travaux réalisés. Il apparaît que l'EIT se trouve au cœur du tryptique : territoire, métabolisme territorial et analyse des acteurs.

ANNEXE

Extrait de l'entretien de Guillaume Massard datant du 7/05/2013

La démarche d'EI du Canton de Genève, part d'une volonté d'établir un agenda 21 cantonal. Pour sa réalisation des consultations sont lancées.

(...)

Suren Erkman fait alors une proposition, en mettant en avant que l'écologie industrielle peut amener des réponses sur la consommation de ressources. Cette proposition a plus au conseil d'Etat qui l'a introduit dans la loi. Cet article dit que l'Etat doit faciliter les synergies entre entreprises quand cela est possible. La particularité de l'Agenda 21 Genevois viens du fait que c'est une loi, ça a donc certains avantages et certains inconvénients.

L'avantage c'est que chaque article devient un article de loi, et un article de loi à des objectifs et un financement propre. Par contre la loi peut être abrogée tous les 4 ans si les objectifs ne sont pas remplis.

(...)

Suite à ça il y a eu la création d'un groupe de travail interdépartementale, qui met en place une étude de métabolisme qui commence en 2002 afin de voir quels sont les ressources privilégiés pour l'action, sur quoi il faut se concentrer.

5 pistes d'actions ont été décidées :

- Une sur les symbioses industrielles
- Une sur les matériaux durable de construction (Béton à base de grave recyclé).
- Une étude par une thèse sur qu'est-ce qu'utiliser durablement une ressource (sous forme de modélisation dynamique de la consommation), mais d'un point de vue mathématique, vu que l'écologie industrielle c'est pour nous à la base les flux de matières et d'énergies donc c'est quelque chose de très technique.
- L'une sur la comptabilité physique, c'est-à-dire introduire les principes de métabolismes dans la comptabilité du canton et voir si il y a un intérêt.
- Le dernier volet c'est celui du transport de marchandise, avec l'utilisation des principes du métabolisme qui a été transformé pour l'adapté à la question de la logistique marchandise, c'est-à-dire combien de ressources arrivent et repartent mais par quels moyens de transport et pourquoi.

(...)

Quand l'organe de réflexion de mise en œuvre, ECOSITE qui est un groupe interdépartementale de l'administration publique, où on trouve le directeur de la gestion des déchets, de l'énergie, un représentant de la promotion économique, un directeur du développement durable, et un organe particulier la Fondation pour le terrain industrielle (FTI).

Ce groupe était accompagné par Suren Erkman et moi-même (Guillaume Massard), et donc si je compare à ECOPAL, l'entité qui a joué son rôle c'est SOFIES. Et donc c'est SOFIES et Suren Erkman qui ont animé sur le terrain tous les projets, qui sont allé voir les entreprises pour le projet de Symbiose (une trentaine audité) et trouvé des premières pistes de symbiose et essayé de les mettre en oeuvre.

L'interaction avec les différents acteurs s'est fait par l'intermédiaire de mandat d'études.

Sur le terrain on n'est pas parti de rien, dans l'une des zones industrielles dans laquelle ont travaillaient, il y avait une association des industrielles a qui ont avaient présenté le projet et qui nous a soutenu auprès de ces membres. Et puis la chambre de commerce et d'industrie de Genève qui était au courant et qui nous a invité plusieurs fois pour faire des présentations à travers des réunions ou des déjeuner d'entreprises, ce qui nous a aidé à parler du programme et à motiver les industriels.

Bibliographie

- Abitbol, L. (2012). *Initier des coopérations inter-organisationnelles dans les démarches d'écologie industrielle et territoriale: une relecture en terme de sociologie de la traduction et de la théorie des objets frontières*. Université Jean Moulin, Lyon 3: Rapport de Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Science de gestion, sous la direction de Mr Baret Christophe et de Mme Dany Françoise.
- Adoue, C. (2007). *Mettre en oeuvre l'écologie industrielle*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Allenby, B. (1992). *Design for environment: implementing industrial ecology*. University of New Jersey, New Brunswick: Thèse de Doctorat en Ecologie Industrielle.
- Allenby, B., & Cooper, W. (1994). Understanding Industrial Ecology from a Biological Systems Perspective. *Total Quality Environmental Management*, 343-354.
- Allenby, B., Richards, D., & Frosch, R. (1994). The greening of Industrial Ecosystems: overview and perspective. Dans B. Allenby, & D. Richards, *The greening of Industrial Ecosystems* (pp. 1-19). National Academy Press.
- Amissé, S. (2011). *Dynamique de Cluster: logiques coévolutives et séquences de proximités, le cas du végétal spécialisé*. Université d'Anger: Rapport de thèse en vue de l'obtention du grade de Docteur en Science Economique, sous la direction de Mme Baulant Camille.
- Ashton, W. (2008). Understanding the organization of Industrial Ecosystems: A social network approach. *Journal of Industrial Ecology*, 12(1), 34-51.
- Barles, S. (2005). *L'invention des déchets urbains. France:1790-1970*. Editions Champ Vallon.
- Barles, S. (2007). *Mesurer la performance écologique des villes et des territoires: le métabolisme de Paris et de l'île de France*. Rapport de recherche final pour le compte de la ville Paris.
- Barles, S. (2009). Material Flow Analys of Paris and its Region. *Journal of Industrial Ecology*, 13(6), 898-913.
- Barles, S. (2010). Ecologie Urbaine, Industrielle et Territoriale. Dans O. Coutard, & J.-P. Levy, *Ecologies urbaines* (pp. 61-83). Economica.
- Barles, S. (2012). Une histoire des déchets urbains. Dans A. Le Bozec, S. Barles, N. Buclet, & G. Keck, *Que faire des déchets ménagers?* (pp. 27-45). éditions Quae.

- Barles, S. (2014). L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés: l'apport de l'analyse de flux de matière . *Développement durable et territoires*, Revue en ligne.
- Beaurain, C. (2002). Gouvernance environnementale locale et comportement économique. *Développement durable et territoires*, Revue en ligne.
- Beaurain, C. (2008). La construction d'un territoire à partir des ressources environnementales: l'exemple de l'agglomération dunkerquoise. *Géographie, Economie et Société*, 365-384.
- Beaurain, C., & Brulot, S. (2011). L'écologie industrielle comme processus de développement territorial: une lecture par la proximité. *Revue d'économie régionale et urbaine*, 313-340.
- Beaurain, C., & Varlet, D. (2014). Quelques pistes de réflexions pour une approche pragmatiste de l'écologie industrielle: l'exemple de l'agglomération dunkerquoise. *Développement durable et Territoire*.
- Beaurain, C., Longuépée, J., & Pannekoucke Soussi, S. (2009). La proximité institutionnelle, condition à la reconquête de la qualité de l'environnement. L'exemple de l'agglomération Dunkerquoise. *Natures Sciences Sociétés*, 17(4), 373-380.
- Billen, G., Toussaint, F., Peeters, P., Sapir, M., Steenhout, A., & Vanderborght, J.-P. (1983). *L'écosystème Belgique: Essai d'écologie industriel*. Centre de Recherche et d'Information Socio-Politique.
- Boiral, O., & Kabongo, J. (2004). *Ecologie Industrielle et Apprentissage Organisationnel: des concepts à la pratique*. Treizième conférences de l'AIMS .
- Boiral, O., & Kabongo, J. (2004). Le management des savoirs au service de l'écologie industrielle. *Revue française de Gestion*, 173-191.
- Bourg, D. (2001). *Le nouvel âge de l'écologie*. Charles Leopold Mayer.
- Bourg, D., & Buclet, N. (2005). L'économie de la fonctionnalité: changer la consommation dans le sens du développement durable. *Futuribles*, 27-38.
- Bourg, D., & Whiteside, K. (2010). *Vers une démocratie écologique*. Le Seuil.
- Boutaud, A. (2009). *Le développement durable: penser le changement ou changer le pansement?* Rapport de thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Science et Génie de l'Environnement, sous la direction de Mr Brodhag Christian.
- Boutaud, A. (2009). *Les agendas 21 locaux: Bilan et perspectives en Europe et en France*. Rapport pour le Centre Ressource Prospective du Grand Lyon, Millénaire 3.
- Boutiller, S., & Laperche, B. (2010). Editorial. *Innovations*(37), 5-9.

- Brulot, S. (2009). *Mise en oeuvre de projets territoriaux d'écologie industrielle en France : Vers un outil d'aide à la décision méthodologique*. Thèse en vue de l'obtention du grade de docteur de l'Université technologique de Troyes, sous la direction de Mr Bourg Dominique et Mr Buclet Nicolas.
- Brulot, S., Maillefert, M., & Joubert, J. (2014). Stratégies d'acteurs et gouvernance des démarches d'écologie industrielle et territoriale. *Développement durable et Territoires*, Revue en ligne.
- Brulot, S., Payen, A., & Harpet, C. (2012). L'Ecologie Industrielle et Territoriale: des représentations à l'action. *Conférence de l'Association de Sciences Régionales de Langue Française*. Université de Franche Comté, Belfort.
- Buclet, N. (2005). Concevoir une nouvelle relation à la consommation: l'économie de fonctionnalité. *Responsabilité et Environnement Annales des Mines*, 57-66.
- Buclet, N. (2011). *L'écologie industrielle et territoriale, stratégies locales pour un développement durable*. Presse du Septentrion.
- Buclet, N. (2013). L'écologie industrielle et territoriale: vers une économie de la rareté. Dans F.-D. Vivien, J. Lepart, & P. Marty, *L'évaluation de la durabilité* (pp. 153-173). éditions Quae.
- Buclet, N. (2014). L'économie de fonctionnalité entre éco-conception et territoire : une typologie. *Développement durable et Territoires*, 5(1).
- Buclet, N., & Brulot, S. (2009). Développement territorial et définition de l'intérêt général : l'apport méthodologique du métabolisme territorial à la définition de l'échelle pertinente. *Colloque international Développement territorial: jeux d'échelle et enjeux méthodologiques organisé par l'Institut de Géographie de la Faculté des géosciences et de l'environnement de l'Université de Lausanne*.
- Cerceau, J. (2013). *LEcologie Industrielle comme processus de construction territoriale: application aux espaces portuaires*. Alès: Rapport de Thèse en vue de l'obtention du grade de docteur en Science et Génie de l'environnement. Sous la direction de Junqua, Gonzalez, C et Laforest, V.
- Cerceau, J. (2014). Quel territoire pour quel écologie industrielle? Contribution à la définition du territoire en écologie industrielle. *Développement durable et Territoires*, Revue en ligne.
- Cerceau, J., Imoussaten, A., Junqua, G., Mat, N., Montmain, J., & Gonzalez, C. (2012). Mise en oeuvre de l'écologie industrielle et territoriale par une aide multicritère à la décision de groupe. *COLEIT*.

- Charles, L. (2003). Ville, écologie, environnement : vers une politique du sujet. Dans F. Séguret, & H.-P. Jeudy, *Ecologie Urbaine?* édition de la Villette.
- Chèvre, N. (2013). *Analyse de flux de substances et de matières pour la FGSE*. Rapport pour la faculté de Géoscience de l'université de Lausanne.
- Chèvre, N., Gremaud, D., Guignard, C., Rossi, L., De Alencastro, L.-F., Bader, H.-P., & Scheidegger, R. (2010). Substance Flow Analysis: a management tool for heavy metals in urban water systems. *NOVATECH*.
- CMED. (1987). *Notre avenir à tous*. éditions du fleuve.
- Colletis, G., Gilly, J.-P., Leroux, I., Pecqueur, B., Perrat, J., Rychen, F., & Zimmerman, J.-B. (1999). construction territoriale et dynamiques productives. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*.
- Dain, A. (2010). Analyse et évaluation de la pérennité des démarches d'écologie industrielle et territoriale. Mémoire de Maîtrise universitaire de Sherbrooke, sous la direction de Sabrina Brulot.
- Decouzon, C., & Maillefert, M. (2013). *La gouvernance des démarches d'écologie industrielle: un point du vue institutionnaliste*. Colloque francophone Ecologie politique VS Ecologie Industrielle. Quelle stratégie pour le développement durable? Clermont-Ferrand, 16p.
- Delerue, H., & Bérard, C. (2007). Les dynamiques de la confiance dans les relations interorganisationnelles. *Revue française de gestion*, 6(175), 125-138.
- Diemer, A. (2010). L'écologie industrielle: retour sur le mythe de l'innovation. *Forum "environnement, innovation and sustainable development" du 7 et 8 octobre 2010 à Marseille*.
- Diemer, A. (2012). *Développement durable plutôt qu'écodéveloppement: le nouveaux gadget idéologique de l'occident*. Clermont-Ferrand: Colloque francophone "les représentations Nord-Sud du développement durable
- Diemer, A. (2012). La technologie au coeur du développement durable: mythe ou réalité. *innovations*, 73-94.
- Diemer, A. (2013). De l'écologie industrielle aux symbiose industrielles: plus de 50 ans d'expérimentation. Dans A. Diemer, C. Figuière, & M. Pradel, *Ecologie Politique Vs Ecologie Industrielle: quelles stratégies pour le développement durable* (pp. 133-161). éditions Oeconomia.
- Diemer, A., & Labrune, S. (2007). Quand l'écosystème industriel devient un vecteur du développement durable. *Développement Durable et Territoire*.

- Duchemin, E. (2011). *La gouvernance à l'épreuve des enjeux environnementaux et des exigences démocratiques*. éditions Vertigo.
- Ehrenfeld, J., & Gertler, N. (1997). Industrial Ecology in practice: The evolution of interdependence in Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 1(1).
- Erkman, S. (1997). Industrial Ecology: an historical view. *Journal of cleaner production*, 1-10.
- Erkman, S. (2001). L'écologie industrielle, une stratégie de développement. *Le Débat*, 1(113), 106-121.
- Erkman, S. (2004). *Vers une écologie industrielle*. Paris: Editions Charles Léopold Mayer.
- Figuière, C., & Rocca, M. (2012). Gouvernance : mode de coordination innovant ? Six propositions dans le champ du développement durable. *Innovations*, 3(39), 169-190.
- Figuière, C., Boidin, B., & Diemer, A. (2014). *Economie Politique du développement durable*. De Boeck.
- Frosch, R., & Gallopoulos, N. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 3(261), 144-152.
- Georgescu-Roegen, N. (2006). *La décroissance: Entropie-Ecologie-Economie*. Sang de la Terre, troisième édition.
- Gumuchian, H., & Pecqueur, B. (2007). La ressource comme construit d'acteur. Dans H. Gumuchian, & B. Pecqueur, *La ressource territoriale* (pp. 46-79). Economica.
- Hall, C. (1975). The biosphere, the industriosphere and the interactions. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 31, 11-21.
- Hammer, M., Giljum, S., Bargigli, S., & Hinterberger, F. (2003). Material Flow Analysis on the regional level: Questions, Problems, Solutions. *NEDS Working paper*.
- Harpet, C. (2005). L'écologie Industrielle, un schéma d'organisation innovant pour les territoires. *Economie et Humanisme*.
- Harpet, C., & Blavot, C. (2012). Ecologie Industrielle: gestion des matières premières secondaires dans le métabolisme territoriale-illustrations. *Techniques de l'ingénieur*.
- Hess, G. (2009). L'écosystème industriel, difficulté épistémologique d'une telle analogie. *Nature, Science et Société*, 40-48.
- Hess, G. (2010). The Ecosystem: model or metaphor. *Journal of industrial ecology*, 10(2), 270-285.
- Hircsak, M. (2007). *La co-construction de la qualité agroalimentaire et environnementale dans les stratégies de construction territoriale: une analyse à partir des produits de la région Rhône-Alpes*. Rapport de thèse pour l'obtention du grade de docteur en géographie, sous la direction de Mr Pecqueur Bernard.

- Hutchinson, G. (1970). The Biosphere. *Scientific American*, 223(3), 45-53.
- Joumard, R. (2009). *Le concept de gouvernance*. Rapport à l'institut national de recherche sur les transports et leurs sécurité.
- Juliette, C., Imoussaten, A., Junqua, G., Mat, N., Montmain, J., & Gonzalez, C. (2012). Mise en oeuvre de l'Ecologie Industrielle et Territoriale par une aide multicritère à la décision de groupe. *Conférence Interdisciplinaire sur l'Ecologie Industrielle et Territoriale, 17 – 18 octobre 2012, Troyes, France*.
- Junqua, G., Cerceau, J., & Mat, N. (2012). *DEPART, un projet dédié à l'étude de l'émergence de l'économie circulaire sur les territoires industrialo-portuaires*. Colloque Eau, Déchets et Développement Durable, Agadir, Maroc, 21-24 mars 2012.
- Kahn, R. (2010). La dimension culturel du développement territorial. *Revue d'Economie Regionale et Urbaine*, 4, 625-650.
- Kooiman, j. (1993). Findings, speculations and recommandations. Dans J. Kooiman, *Modern Governance*. Sage.
- Kourtessi-Philippakis, G. (2011). La notion de territoire: définitions et approche. Dans G. Kourtessi-Philippakis, & R. Treuil, *Archéologie du territoire, de l'Egée au Sahara* (pp. 7-13). Edition de la Sorbonne.
- Laganier, R., Villalba, B., & Zuindeau, B. (2002). Le développement durable face au territoire: éléments pour une recherche pluridisciplinaire. *Développement durables et Territoires*, 16p.
- Lamara, H. (2009). les deux piliers de la construction territoriale: coordiantion des acteurs et ressources territoriales. *Développement durable et Territoires*, 16p.
- Landel, P.-A., & Pecqueur, J.-P. (2011). L'opérateur territorial, vecteur de changements. *48ème colloque de l'association de science régional de langue française, Martinique*.
- LDD. (2001). *Loi sur l'action public en vue d'un développement durable*. Conseil Fédéral du canton de Genève.
- LDD. (2010). *Loi sur l'action public en vue d'un Développement Durable*. Conseil Fédéral du canton de Genève.
- Leloup, F., Moyart, L., & Pecqueur, B. (2005). La gouvernance territoriale comme nouveau mode de coordiantion territoriale. *Géographie, Economie, Société*, 321-332.
- Maillefert, M. (2009). Action collective territoriale et modèles de développement régionaux : le cas de trois sites de la région Nord Pas de calais. *Vertigo*, 9(2), Revue en ligne.

- Maillefert, M., & Robert, I. (2014). Ecologie industrielle, économie de la fonctionnalité, entreprises et territoires: vers de nouveaux modèles productifs et organisationnels. *Développement durable et Territoires*, 5(1).
- Maillefert, M., & Schalchili, P. (2010). Prérequis pour la construction d'une méthodologie pour l'implantation d'une démarche d'écologie industrielle à l'échelle d'un espace territorial. Dans M. Maillefert, O. Petit, & S. Rousseau, *Ressource, Patrimoine, territoires et développement durable* (pp. 45-67). P.I.E Peter Lang.
- Massard, G. (2011). *Ecologie industrielle à Genève: les réseaux d'entreprises et les symbioses industrielles*. Genève: Rapport pour le groupe de travail Ecosite et l'office de l'environnement.
- Massard, G. (2011). *Les symbioses industrielles: une nouvelle stratégie pour l'amélioration de l'utilisation des ressources matérielles et énergétiques par les activités économiques*. Thèse de doctorat présenté à l'université de Lausanne, sous la direction de Suren Erkman, 436p.
- Massard, G. (2013). Retranscription de l'interview de Guillaume Massard du 7/05/2013. (C. Armel, Intervieweur)
- Metereau, R., & Figuière, C. (2014). Au carrefour de l'Ecologie Industrielle et du SYAL, premier jalons pour faire progresser la durabilité d'un développement rural localisé. *Développement Durable et Territoire*.
- Moine, A. (2006). Le territoire comme un système complexe: un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie. *L'espace Géographique*, 2, 115-132.
- Olszak, E. (2012). Localisation des activités et développement durables des territoires: quelle interactivité. Dans J.-M. Cardebat, & D. Uzunidis, *Le territoire vert: entreprises, institutions, innovations* (pp. 153-180). L'Harmattan.
- Opoku, H., & Keitsch, M. (2006). Une approche objective de la durabilité? Théorie des implications scientifiques et politiques de l'écologie industrielle. *Ecologie et Politique*, 141-152.
- OREE. (2009). *Mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle sur un parc d'activités*. Systèmes Durables.
- Padeiro, M. (2010). *Localisation des activités économiques et développement durable des territoires*. Rapport pour le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA).
- Pecqueur, B. (1996). Processus cognitifs et construction des territoires économiques. Dans B. Pecqueur, *Dynamiques territoriales et mutations économiques* (pp. 209-226). L'Harmattan.

- Pecqueur, B. (2005). Les territoires créateur de nouvelles ressources productives: le cas de l'agglomération grenobloise. *Géographie, Economie et Société*, 7(3), 255-268.
- Pecqueur, B., & Zimmermann, J.-B. (2004). *Economie de proximités*. Hermès-Lavoisier.
- Rouvreau, L., Michel, P., Montfort, D., Jayr, E., & Morice, J. (2013). *L'analyse systémique du mét&bolisme territorial, un outil pour favoriser le recours aux ressources secondaires dans le domaine du BTP*. Université Paris Est: Colloque International Futurs Urbains.
- Sachs, I. (1997). *L'écodéveloppement: stratégies pour le XXI ème siècle*. Syros.
- Skubich, L. (2008). *Les parc éco-industriels et leurs pertinence en tant qu'application du concept de développement durable*. Mémoire de fin d'étude de l'IEP de Lyon, séminaire "économie et société" sous la direction de Mr Baudry Bernard.
- Ternaux, P., & Pecqueur, B. (2008). Ressources territoriales, structures sociales et comportement des acteurs. *Revue canadienne des sciences régionales*, 261-276.
- Theys, J. (2002). L'approche territoriale du "développement durable" condition d'une prise en compte de sa dimension sociale. *Développement durable et Territoires*, Revue en ligne.
- Vivien, F.-D. (2003). Jalon pour une histoire de la notion de développement durable. *Mondes en développement*, 1-21.
- Vivien, F.-D. (2004). un panorama des proposition en matière de développement soutenable. *Vertigo*, 5(2).
- Vivien, F.-D. (2006). *Quelle économie pour l'environnement? Quelle environnement pour l'économie?* Lyon: Colloque environnement et développement durable: quelle approche en science sociale?
- Zaoual, A.-R. (2014). Pour une contribution du management stratégique à l'écologie industrielle. *Développement Durable et Territoires*, 5(1).
- Zouikri, M. (2006). La localisation des firmes de haute technologie: le cas des biotechnologies. Dans A. Rallet, & A. Torre, *Quelles proximités pour innover* (pp. 51-74). L'Harmattan.
- Zuindeau, B. (2001). Introduction . Dans B. Convert, & F. Héran, *Développement Durable et Territoires* (pp. 7-10). Lille: L'Harmattan.