

CAHIERS DU LAB.RII
– DOCUMENTS DE TRAVAIL –

N°302

Septembre 2016



**LA SYMBIOSE
INDUSTRIELLE PEUT-
ELLE ETRE UN MILIEU
INNOVATEUR
« DURABLE » ?**

Fedoua KASMI

LA SYMBIOSE INDUSTRIELLE PEUT-ELLE ETRE UN MILIEU INNOVATEUR « DURABLE » ?

CAN INDUSTRIAL SYMBIOSIS BE A “SUSTAINABLE” INNOVATIVE MILIEU?

Fedoua KASMI

Résumé : Dans cette recherche, nous faisons l'hypothèse que la symbiose industrielle, qui est considérée comme « une application concrète du concept d'écologie industrielle impliquant des acteurs localisés sur un espace géographique défini », permet à l'écologie industrielle d'être un vecteur de développement ou de reconversion d'un territoire dans la mesure où elle peut prendre la forme d'un milieu innovateur « durable ». Pour étudier cette question, nous comparons – à partir de la littérature- les caractéristiques, mécanismes et résultats du milieu innovateur (logiques d'interactions et d'apprentissage, articulation des formes de proximité, effets d'agglomération, dynamiques d'innovation) avec ceux du concept de symbiose industrielle. Nous étudions également les limites et enjeux liés à la genèse et la diffusion des dynamiques d'innovation dans la symbiose industrielle et qui sont de natures différentes : financières, réglementaires et institutionnelles, socio-économiques, informationnelles, humaines, socioculturelles...etc.

Mots-clés : Symbiose industrielle, écologie industrielle, milieu innovateur, milieu innovateur « durable », éco-innovation

Abstract: In this research, we assume that industrial symbiosis, which is considered as "a concrete application of the concept of industrial ecology involving actors located on a defined geographical space" allows industrial ecology to be an engine of development or of territorial reconversion insofar as it can take the form of a "sustainable" innovative milieu. To analyze this question, we compare - by viewing literature- the characteristics, mechanisms and results of the innovative milieu (interaction and learning logics, articulation of proximity forms, agglomeration effects, and dynamics of innovation) with those of industrial symbiosis concept. We also study the limits and challenges related to the genesis and dissemination of innovation dynamics in the industrial symbiosis which are of different natures: financial, regulatory and institutional, socio-economic, informational, human, sociocultural ... etc.

Key words: Industrial symbiosis, industrial ecology, innovative milieu, “sustainable” innovative milieu, eco-innovation

**LA SYMBIOSE INDUSTRIELLE PEUT-ELLE ETRE UN MILIEU INNOVATEUR
« DURABLE » ?**

CAN INDUSTRIAL SYMBIOSIS BE A “SUSTAINABLE” INNOVATIVE MILIEU?

Fedoua KASMI

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
1. Comparaison des caractéristiques du milieu innovateur et de la symbiose industrielle	4
2. Comparaison des mécanismes et résultats du milieu innovateur et de la symbiose industrielle	9
3. Limites et enjeux de la genèse et diffusion de l’innovation dans la symbiose industrielle	14
CONCLUSION	16
BIBLIOGRAPHIE	17

INTRODUCTION

L'écologie industrielle est considérée « comme une approche intégrée d'analyse et de réduction des flux de matière et d'énergie visant à améliorer l'éco-efficience des métabolismes industriels par la promotion de technologies, de valeurs et de pratiques destinées à assurer la protection, la durabilité ainsi que le renouvellement des ressources nécessaires au développement » (Boiral et Croteau, 2001, p. 17). C'est une démarche qui favorise « *la transition du système industriel actuel vers un système viable, inspiré par le fonctionnement de systèmes biologiques.* » (Erkman, 1998 p. 22-23). Elle repose sur la notion de symbiose industrielle (Chertow, 2000) qui met l'accent sur l'échange de flux de résidus issus d'un processus de production pouvant être de la matière, de l'eau ou de l'énergie à destination d'un autre procédé de production, de façon à ce que les déchets ou sous-produits des uns deviennent des ressources pour d'autres. La symbiose industrielle se caractérise en effet par l'établissement des synergies éco-industrielles entre les acteurs et représente la mise en place concrète des démarches d'écologie industrielle (Brullot, 2006).

Dans cette recherche, nous faisons l'hypothèse que la symbiose industrielle permet à l'écologie industrielle d'être un vecteur de développement ou de reconversion d'un territoire (Laperche et al, 2014 ; RRI, 2015) dans la mesure où elle peut prendre la forme d'un milieu innovateur « durable ». Pour étudier cette question, nous comparons les caractéristiques, mécanismes et résultats du milieu innovateur avec ceux de la symbiose industrielle.

Nous analysons dans un premier temps, à partir de la littérature, les composants et caractéristiques qui permettent à un milieu de générer des dynamiques d'innovation (collectif d'acteur, capacité d'apprentissage, capital relationnel, normes, coopération et conventions) afin de les comparer avec les caractéristiques de la symbiose industrielle. Nous étudions par la suite les mécanismes, mode de fonctionnement et résultat de ce milieu innovateur (logiques d'interactions et d'apprentissage, articulation des formes de proximité, effets d'agglomération, dynamiques d'innovation) afin d'identifier les points communs avec les mécanismes et les résultats de la symbiose industrielle. Nous étudions à la fin les limites et enjeux liés à la genèse et diffusion de l'innovation qui empêche la symbiose industrielle d'être un milieu innovateur « durable ».

1. COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES DU MILIEU INNOVATEUR ET DE LA SYMBIOSE INDUSTRIELLE

La notion du « milieu innovateur » a été développée en 1985 par le GREMI (Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs). Un groupe, créé par Philippe Aydalot en 1984, regroupant une vingtaine d'équipes de chercheurs européens et américains. Les travaux du GREMI reposent principalement sur l'analyse des facteurs permettant l'émergence de nouvelles dynamiques territoriales. L'objectif de leurs recherches était de comprendre pourquoi certains territoires se développent plus que d'autres en s'interrogeant sur les mécanismes d'apparition de l'innovation dans les « milieux ». Un milieu ici « *a un caractère multidimensionnel faisant référence à la fois au milieu « contexte » et au milieu « acteur »* (Tabariés, 2005, p. 6), « *il est constitué par un ensemble de relations intervenant dans une zone géographique qui regroupe dans un tout cohérent, un système de production, une culture technique et des acteurs. L'esprit d'entreprise, les pratiques organisationnelles, les comportements d'entreprises, la manière d'utiliser les techniques, d'appréhender le marché et*

le savoir-faire sont à la fois parties intégrantes et parties constitutives du milieu» (Maillat et al, 1993, p. 7).

A partir des trois enquêtes effectuées par le GREMI, l'accent a été mis sur : 1) l'aptitude variable des milieux à innover ; 2) la mise en œuvre de processus de l'innovation, la nature des relations qui se tissent entre les acteurs, leur milieu et leur environnement et l'aspect organisationnel et collectif de la démarche d'innovation (Planque, Gaussier, 1999). Le GREMI a ainsi défini le milieu innovateur comme « *un ensemble territorialisé dans lequel des interactions entre agents économiques se développent par l'apprentissage qu'ils font de transactions multilatérales génératrices d'externalités spécifiques à l'innovation et par la convergence des apprentissages vers des formes de plus en plus performantes de gestion en commun des ressources* » (Maillat et al, 1993, p. 9).

D'après de nombreux auteurs (Perrin, 1992, Maillat et al, 1993 ; Courlet, 1994 ; Maillat, 1996 ; Coppin, 2002 ; Tabariés, 2005 ; Uzunidis, 2008) un milieu qui favorise l'émergence des dynamiques d'innovation est un milieu caractérisé par :

- **Un collectif d'acteurs** regroupant un ensemble d'entreprises, centre de recherches et de formation, université, instituts de financement, associations, administration publique, etc. en interaction, se caractérisant par une cohérence et une cohésion économique.
- **Une capacité à produire durablement des ressources spécifiques** (ressources matérielles, humaines, financières, technologiques ou encore informationnelles aussi nombreuses que diverses) qui nourrissent le processus d'innovation.
- **Une capacité d'apprentissage** permettant aux acteurs de modifier et adapter leur comportement en fonction des transformations de leur environnement ; garantissant une maîtrise du processus productif au sens large (techniques, commerciaux ou organisationnels). La capacité d'apprentissage des acteurs présente le milieu comme un contexte favorable à l'innovation.
- **Un capital relationnel** favorisant la constitution de réseaux dynamiques représentés comme des systèmes territorialisés, réducteurs d'incertitude grâce aux processus d'interactions et d'échanges multiples reposant sur un mode organisation spécifique. Selon Coppin (2002) cette « spécificité organisationnelle du milieu réside dans la dialectique des liaisons qui s'opèrent entre le système d'acteurs et les structures socio-économiques appréhendées ; lesquelles déterminent le fonctionnement du milieu ».
- **Des normes, règles et valeurs** qui encadrent favorablement le comportement des acteurs économiques. L'innovation ne repose pas seulement sur les logiques d'interaction et d'apprentissage mais elle est également le produit du contexte social et économique hérité de l'histoire et des institutions qui influence sur le comportement des acteurs. De ce fait, les politiques menées par les pouvoirs publics conditionnent les décisions des agents économiques et participent par conséquent à la régulation des systèmes productifs locaux (Coppin, 2002).
- **Des coopérations conventionnelles** et un climat de confiance. Selon Planque (1991) les réseaux caractérisant le milieu innovateur reposent d'abord sur des coopérations conventionnelles qui favorisent l'attractivité des investissements extérieurs au milieu et génèrent ainsi de nouvelles coopérations, activités ou entreprises. De plus les formes de proximité (géographique, organisationnelle, cognitive) (Uzunidis, 2010) qui caractérisent le milieu innovateur favorisent la connaissance mutuelle des acteurs ce qui permet d'instaurer un climat de confiance au sein du milieu. La coopération et la confiance sont ainsi des facteurs clés de développement de l'innovation.

Nous considérons dans cette recherche que la symbiose industrielle qui caractérise l'écologie industrielle, « *regroupant l'ensemble des pratiques destinées à réduire la pollution industrielle, visant à réorganiser le système industriel de façon à ce qu'il soit compatible avec la biosphère et viable à long terme* » (Frosch, Gallopoulos, 1989), peut prendre la un milieu innovateur « durable » dans la mesure où elle partage les mêmes caractéristiques du milieu innovateur.

La symbiose industrielle est une notion qui repose sur l'échange de flux de résidus issus d'un processus de production pouvant être de la matière, de l'eau ou de l'énergie à destination d'un autre procédé de production, de façon à ce que les déchets ou sous-produits des uns deviennent des ressources pour d'autres (Chertow, 2000). « *Pour être reconnue comme telle et pour se distinguer des autres types d'échanges entre acteurs économiques, la symbiose industrielle doit impliquer au moins trois acteurs différents qui s'échangent au moins deux ressources* » (Chertow, 2007). Elle se caractérise en effet par l'établissement des synergies éco-industrielles entre les acteurs et représente l'application concrète du concept de l'écologie industrielle impliquant des acteurs localisés sur un espace géographique défini (Brullot, 2006). Cette notion de symbiose industrielle est caractérisée, selon de nombreux auteurs (Baas, Boons, 1997 ; Chertow, 2000 ; Chertow, 2004 ; Allenby, 2006 ; Beaurain et Brullot, 2011 ; Bringezu et Moriguchi, 2002 ; Cerceau et al, 2014 ; Laperche, Gallaud, 2016 par :

Un collectif d'acteurs : la symbiose industrielle intègre un acteur collectif se caractérisant par une cohérence et une cohésion économique « *elle associe des industries habituellement séparées dans une recherche collective d'un avantage concurrentiel qui implique des échanges physiques de matériaux, d'énergie, d'eau et ou de sous-produits.* » (Chertow, 2000 p.2). Dans le cadre de la symbiose industrielle la coopération est un ingrédient essentiel à la mise en œuvre d'échanges matériels et énergétiques (les synergies éco-industrielle). Les pratiques éco-industrielles permettent l'optimisation des ressources, la réduction de la pollution et assurent la compétitivité. Elles participent ainsi à l'amélioration des performances économiques et environnementales des acteurs (Cerceau et al, 2014).

Des ressources spécifiques : elle est dotée d'une capacité à produire durablement des ressources. Le principe de la symbiose industrielle se base sur, l'échange de flux de résidus issus d'un processus de production pouvant être de la matière, de l'eau ou de l'énergie à destination d'un autre procédé de production, de façon à ce que les déchets ou sous-produits des uns deviennent des ressources pour d'autres (Chertow, 2004). Les ressources ici sont générées grâce à l'établissement des synergies de mutualisation et de substitution entre les acteurs (encadré 1).

Synergie de substitution

Une synergie de substitution consiste à substituer un flux entrant neuf par un flux sortant d'une autre entreprise qui est mal ou pas du tout valorisé. Par exemple :

- remplacer un flux de matières premières « neuves » consommés par un procédé par un flux de déchets ou de coproduits,
- un flux d'eau propre par un flux d'effluents liquides ou d'eau industrielle,
- un flux de combustible fossile par un flux de combustible alternatif (issu de déchets) ou par de l'énergie rejeté par une autre entreprise (vapeur excédentaire...).

Ce type de synergies peut permettre de **faire diminuer les coûts d'approvisionnement ou les coûts de traitement pour un flux sortant.**

Sur le plan environnemental, il peut permettre d'économiser des ressources non renouvelables et d'éviter les émissions de polluants et de déchet liés à la production des matières premières neuves qui ont été substituées.

Synergies de mutualisation

Lorsque plusieurs entreprises consomment ou rejettent le même type de flux il existe une possibilité de mutualiser la fourniture ou le traitement de ces flux en réalisant des économies financières et environnementales.

Lorsque plusieurs entreprises voisines utilisent le **même type de vecteur énergétique** (vapeur, air comprimé), il peut s'avérer intéressant d'en mutualiser la production. Une optimisation de cette production, une limitation des matériels à acheter et à maintenir permettrait de **rationaliser les coûts d'approvisionnement mais également, sur le plan environnemental, de diminuer la consommation énergétique des différentes entités.**

Source : UVED (Université Virtuelle environnement et développement durable, <http://www.uved.fr/>)

Une capacité d'apprentissage : la symbiose industrielle permet la création d'une dynamique d'acteurs liée à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles qui favorise le développement de l'apprentissage collectif. En effet, la mise en place des démarches d'écologie industrielle nécessite des transformations organisationnelles et technologiques importantes pour faire face à la complexité des processus de valorisation de déchets par exemple. Dans ce sens Beaurain et Brullot (2011) estiment que « les transformations à réaliser pour s'engager dans une démarche d'écologie industrielle dépassent le plus souvent de beaucoup les seules compétences disponibles au sein de l'entreprise, et supposent plus largement l'engagement de la firme dans un processus d'acquisition, de diffusion et de production de connaissances permettant de s'adapter collectivement aux changements de l'environnement et de promouvoir de nouvelles pratiques » (p. 326).

Un capital relationnel : les synergies éco-industrielles propres à la symbiose industrielle permettent le développement d'un capital relationnel favorisant la constitution de réseaux. Elles forment des réseaux éco-industriels regroupant des réseaux divers allant de relations très limitées (par exemple lorsque l'eau chaude d'une industrie est utilisée pour le chauffage des habitations adjacentes) à des écosystèmes industriels complexes dans lesquels des infrastructures, habitations et produits sont conçus de manière à fonctionner de façon cyclique (Chertow, 2000; Allenby, 2006). Ces réseaux sont appelés également « parcs éco-industriels » et se définissent selon Low et al (1996) comme « tout regroupement d'industries cherchant à améliorer leurs performances environnementales et économiques à travers une collaboration dans la gestion des ressources incluant l'énergie, l'eau et les matériaux. En travaillant ensemble, la communauté recherche un bénéfice commun supérieur à la somme des bénéfices individuels que chaque industrie aurait gagné si elle fonctionnait seule » (ex : cas de Kalundborg). La mise en réseau des acteurs dans un parc éco-industriels pourraient conduire à la réduction des incertitudes. Les acteurs bénéficieront dans ce sens d'une infrastructure partagée, des flux d'informations fluides, une réglementation qui encadre favorablement leurs comportements permettant réduire les conflits entre ces derniers... (Chertow, 2000).

Une réglementation (des normes, règles et valeurs) : les outils de l'écologie industrielle permettent de concevoir des normes et des règlements spécifiques, fondés sur une connaissance des flux réels de matière, d'énergie et d'émission...et sur une connaissance précise des risques, enjeux et défis de la gestion durable des ressources (Bringezu et

Moriguichi, 2002 ; Thomas et al., 2003). Cette démarche participe à *la mise au point d'outils d'analyse et de planification précis (via l'économie écologique) qui aident les gouvernements à prendre des décisions fondées non plus sur des options idéologiques ou politiques, mais sur des données scientifiques et des objectifs en lien direct avec le cadre de la stratégie mondiale de développement durable* (Tranchant et al, p.206).

La réglementation joue un rôle important dans l'organisation et l'encadrement de la symbiose industrielle. En prenant le cas de Kalundborg, on peut constater que les règles et lois environnementales ainsi que l'intervention des pouvoirs publics ont participé à la rentabilité des synergies, la municipalité de Kalundborg a par exemple exigé que les résidents se connectent au réseau de chaleur dans lequel elle a investi dans le contexte de la première crise pétrolière des années 1970 (Kasmi et al, 2015).

Des coopérations conventionnelles : Enfin, la gouvernance territoriale joue un rôle clé dans l'organisation des projets d'écologie industrielle. En effet, la mise en œuvre de symbioses industrielles repose sur/et nécessite une communication claire et une coordination efficace entre les acteurs (en mettant en relation l'ensemble des acteurs ou en créant des réseaux) (Baas, Boons, 1997). L'instauration d'un climat de confiance notamment par le biais des contrats (Varlet, 2012), et la promotion de la collaboration (création des partenariats et coopérations conventionnelles), ou encore l'arbitrage des conflits sont également cruciaux et permettent de générer un apprentissage collectif (Beaurain, Brullot, 2011). (Kasmi et al, 2015 ; Laperche, Gallaud, 2016).

La symbiose industrielle peut donc être considérée comme un milieu innovateur « durable » dans la mesure où elle partage les mêmes caractéristiques du milieu innovateur (Tableau 1).

Tableau 1 – Comparaison des caractéristiques du milieu innovateur et de la symbiose industrielle

Caractéristiques	Milieu innovateur	Symbiose industrielle
Collectif d'acteurs	Ensemble coordonné d'acteurs en interaction	Association des industries habituellement séparées dans une démarche collective d'échange de flux de matières et d'énergie (Chertow, 2000).
Ressources spécifiques durables	Ressources matérielles, humaines, financières, technologiques ou encore informationnelles, etc.	Production durable des ressources grâce aux synergies éco-industrielle (synergie de mutualisation et de substitution)
Capacités d'apprentissage	Adaptation des acteurs aux changements et transformation de leur environnement	Transformation technologiques et organisationnelles pour la mise en place des démarches d'écologie industrielle
Capital relationnel	Constitution de réseaux dynamiques territorialisés	Création de réseaux éco-industriels ou « parc éco-industriels grâce à l'établissement des synergies éco-industrielles (ex : cas de Kalundborg)
Réglementation	Encadrement des comportements et décisions	Organisation des démarches d'écologie industrielle grâce aux

(normes, règles, valeurs)	des acteurs économiques	lois, règles et réglementations environnementales
Coopérations conventionnelles	Etablissement des coopérations conventionnelles	Développement d'une gouvernance territoriale des projets d'écologie industrielle : coordination efficace des acteurs, instauration d'un climat de confiance (contrats...)

Source : Auteur

2. COMPARAISON DES MECANISMES ET RESULTATS DU MILIEU INNOVATEUR ET DE LA SYMBIOSE INDUSTRIELLE

Le milieu innovateur représente un environnement économique et social favorable au développement et à l'accroissement des capacités d'innovation des acteurs économiques. Il repose sur deux logiques (Coppin, 2002): une logique d'interaction qui se traduit par la coopération et la collaboration entre les acteurs et une logique d'apprentissage collectif qui se base sur la mobilisation des ressources spécifiques du milieu par les acteurs. L'articulation des formes de proximité : géographique, organisationnelle et cognitive dans le milieu, contribue à la mise en place et au renforcement de ces deux logiques (Uzunidis, 2007).

La notion de proximité est en effet liée à l'existence d'externalités localisées qui sont à l'origine des effets d'agglomération (infrastructures communes, matières premières, connaissances, réseaux de communications...). Ces externalités sont considérées comme les impacts, positifs ou négatifs, générés par les activités des acteurs économiques (Marshall, 1920). Elles s'appuient selon Fujita et Thiss (2003) sur : la disponibilité des intrants et des services spécialisés (spécialisation de la chaîne de production), la formation d'un marché de travail (création d'activités nouvelles, création d'emploi), l'échange d'information et la diffusion technologiques.

« L'économie locale » peut prendre la forme d'un milieu innovateur lorsqu'elle intègre les trois formes de proximité générateurs des externalités économiques (Uzunidis, 2007 ; RRI, 2015). En effet, l'attractivité de cette dernière (implantation d'entreprises nouvelles) dépend de la combinaison et de la valorisation des ressources spécifiques (technologiques, financières, humaines : compétences, qualifications ; ...) par les acteurs agglomérés dans un même milieu.

Les échanges inter-entreprises peuvent se renforcer grâce la proximité géographique (distance spatiale/physique entre les acteurs), notamment, par l'optimisation du temps et des coûts de transport, etc. Néanmoins, celle-ci ne peut générer des effets d'agglomération sans la présence de modes d'organisation spécifiques facilitant la communication et l'interaction entre les acteurs. Il est donc nécessaire de faire la distinction entre la proximité géographique, la proximité organisationnelle/institutionnelle et la proximité cognitive (Torre et Tanguy, 2014 ; RRI, 2015).

La proximité organisationnelle représente l'appartenance des acteurs à une même organisation. Elle permet de former et de modifier les relations et synergies qui lient ces derniers favorisant ainsi l'interaction et l'action collective. Celle-ci intègre également une

dimension institutionnelle qui joue un rôle important dans l'encadrement favorable des comportements des acteurs économiques par le biais des règles, lois, normes, valeurs, etc. Alors que la proximité organisationnelle/institutionnelle facilite l'organisation des interactions entre les acteurs, la proximité cognitive permet l'apprentissage collectif. Elle repose sur le partage de la même base de connaissances, expériences, savoir-faire, routines, etc. permettant aux acteurs de s'engager dans des projets communs (Uzunidis, 2007).

En définitive, le « milieu innovateur désigne la capacité d'une économie locale à engendrer des innovations » (Uzunidis, 2008) grâce aux logiques d'interactions (capacité des acteurs à nouer, entretenir et développer des relations d'interdépendances économiques) et d'apprentissage collectif (capacité des acteurs à modifier leur comportement selon l'évolution du milieu). Il constitue donc « une agrégation des capacités d'actions et des facultés cognitives des différents acteurs » (Torre, Tanguy, 2014, p.311) et génère les effets d'agglomération essentiels à la naissance de l'innovation (innovations de produits/services, procédés, organisation et de commercialisation) (Cf. Encadré 2).

Encadré 2 : Définitions et formes d'innovation générées par le milieu innovateur

L'innovation générée par les effets d'agglomération qui caractérisent le milieu innovateur est définie selon Schumpeter comme « une nouvelle combinaison des ressources pour : la fabrication de nouveaux biens; introduction d'une méthode de production nouvelle d'une branche de production vers une autre; ouverture de nouveaux débouchés; conquête d'une nouvelle source de matière première ou de produits semi-ouvrés; réalisation d'une nouvelle organisation » (Boutillier et Uzunidis, 2012).

Selon l'OCDE l'innovation peut prendre quatre formes :

L'innovation de produits qui repose sur la combinaison de connaissances et technologies nouvelles, ou déjà existantes pour la création ou l'amélioration d'un bien ou d'un service nouveau. Cette définition inclut les améliorations sensibles des caractéristiques techniques, des composants des matières, du logiciel intégré, ou autres caractéristiques fonctionnelles.

L'innovation de procédés qui repose sur la modification de la façon de fabriquer grâce à la mise en œuvre d'une méthode de production ou de distribution nouvelle ou sensiblement améliorée. Cette notion implique des changements significatifs dans les techniques, le matériel ou les logiciels. Elle peut avoir pour but d'améliorer la qualité des produits/services et de réduire les coûts de production ou de distribution.

L'innovation organisationnelle : qui touche la façon de piloter une entreprise ou un réseau d'entreprises...elle repose sur la mise en œuvre d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures de l'entreprise. Elle peut avoir pour but d'améliorer les performances organisationnelles, en matière de qualité du travail, d'échange d'information, de capacité d'apprentissage et d'utilisation des nouvelles connaissances et technologie, développement de nouvelles formes de collaboration avec d'autres acteurs.

L'innovation commerciale : qui est orientée vers l'amélioration des ventes et l'augmentation des parts de marché. Elle représente la mise en place d'une nouvelle méthode de commercialisation impliquant des changements majeurs dans la conception, conditionnement, le placement, la promotion ou la tarification.

En se basant sur l'analyse du fonctionnement du milieu innovateur, il est possible de considérer que la symbiose industrielle peut prendre la forme d'un milieu innovateur « durable ». Elle réunit des acteurs localisés autour des projets d'écologie industrielle qu'elle organise et se

base principalement sur les logiques d'interactions et d'apprentissage collectif. De ce fait, elle représente un environnement propice à l'émergence des dynamiques d'innovation.

Les démarches d'écologie industrielle reposent en effet sur l'échange et la coopération permettant la valorisation de déchets et de coproduits et intègrent un processus d'apprentissage collectif qui conduit à l'émergence de ressources spécifiques (sur le plan technologique, financier, humains : compétences, qualifications, etc.) (Diemer, 2012).

Ces ressources spécifiques sont combinées et valorisées au sein de la symbiose industrielle grâce aux synergies éco-industrielles dans le but de préserver la durabilité économique et environnementale du territoire. La combinaison des ressources permet en effet : de boucler les flux de matière et d'énergie entre les acteurs de telle sorte que les déchets des uns deviennent matières premières pour d'autres ; d'équilibrer les flux entrants et sortants du système industriel en fonction des capacités de l'écosystème naturel à renouveler les ressources disponibles et à absorber les rejets et émissions polluantes ; de réduire l'intensité énergétique et dématérialiser les procédés industriels ; de limiter les pertes dissipatives liées à l'usage de substances chimiques, etc. ; et de décarboniser l'énergie (Tibbs, 1993 ; Erkman, 2001). Les acteurs locaux sont ainsi engagés dans des démarches collectives d'échange et de coopération permettant la valorisation de leurs déchets avec des bénéfices économiques (réduction des coûts d'approvisionnement en matières premières...) (Diemer, 2012).

Les formes de proximité (géographique, organisationnelle/institutionnelle et cognitive) jouent un rôle important dans le maintien et le développement des synergies éco-industrielles. La diminution de la distance géographique entre les acteurs permet la réduction et la maîtrise des coûts de transport et facilite la collecte et la mutualisation des déchets (circulation des flux de matières, vapeur, eaux...). La proximité organisationnelle permet une meilleure coordination des relations qui lient les acteurs autour des échanges de flux. Elle facilite l'action collective et permet la réduction des coûts de transaction notamment liés à la recherche de partenaire. Dans sa dimension institutionnelle, la proximité permet de faire face aux contraintes réglementaires et instaure un climat de confiance entre les acteurs. Enfin, la proximité cognitive joue également un rôle important, dans la mesure où le partage et la diffusion de l'information, de connaissances et de bonnes pratiques sont essentiels à la mise en place des démarches d'écologie industrielle.

L'articulation de ces trois formes de proximité dans la symbiose industrielle permet de générer des effets d'agglomération (économies en termes de coût du travail, infrastructures communes, flux de matières (eau, déchets, vapeur...), connaissances, externalités éco-technologiques, réseaux de communication, etc.) qui peuvent avoir un effet positif sur la stabilisation des activités économiques existantes, l'attractivité de nouvelles entreprises et l'émergence de nouvelles formes d'innovation (RRI, 2015 ; Kasmi et al, 2015).

Encadré 3 : Définitions et formes d'innovation générées par la symbiose industrielle

Les innovations engendrées dans le cadre des symbioses industrielles sont appelées éco-innovations, innovations « vertes » ou innovations environnementales. Elles se définissent selon Kemp and Pearson comme « *l'assimilation ou l'exploitation d'un produit, processus de production, service, management, ou méthode commerciale, nouvelles à l'entreprise ou à l'utilisateur et qui résultent, tout au long de son cycle de vie, de la réduction des risques environnementaux, pollution et autres effets négatifs de l'utilisation des ressources (y compris*

l'utilisation de l'énergie)¹» (2007, p. 3). Elles peuvent être de différentes natures (Galiegue, 2012) : **incrémentales** (reposent sur l'amélioration d'une technologie existante, sans changer les usages et pratiques institutionnelles) ; **techno-fixes** (concernent des changements techniques radicaux qui préservent les pratiques existantes) ; et **transformatrices** (correspondent à la mise en œuvre de nouveaux systèmes technologiques, qui se manifestent par un changement radical de techniques et de pratiques. Ces innovations nécessitent une reconfiguration complète des réseaux et une remise en question des pratiques et modes de vie). La définition la plus complète des éco-innovations est celle proposée par l'OCDE (2009). C'est une définition plus large qui inclut tous les aspects cités-ci-dessous mais intègre également les changements institutionnels et sociaux impliqués dans l'éco-innovation (Laperche et Levratto, 2012).

En se basant sur la définition de l'OCDE on peut distinguer :

Des innovations techniques (ou technologiques) qui, elles-mêmes, regroupent deux catégories : **les procédés ou technologies** « *en bout de chaîne* » (*end-of-pipe*), *additives* (*add-on*) ou *curatives* qui permettent de réduire les impacts négatifs des processus de production sur l'environnement (par exemple : les technologies de contrôle de la pollution, gestion et recyclage des déchets, tri magnétique par machine à courants de Foucault, tri par détecteur-éjecteur, tri aéraulique Trommel ou séparateur hydraulique, etc.) et **les technologies intégrées (ou de produits)**, *propres* (*clean*) ou *préventives* qui permettent de prévenir ou de réduire la production de polluants et/ou la consommation des matériaux, ressources naturelles, énergie, etc. du processus de production (Hamdouch et Depret, 2008) (par exemple : les « éco-produits » sans phosphate ou consommant peu d'énergie, peintures sans solvant, réutilisation des rejets thermiques, système de cogénération, biocarburants, énergies renouvelables, nouveaux matériaux, - agrobiotechnologies, etc).

Des innovations organisationnelles qui comprennent l'ensemble des modes d'organisation, des routines, des pratiques et des services que l'entreprise doit mettre en œuvre pour créer des dynamiques d'innovation. Elles se définissent selon Mathieu, Chandon et Reynaud comme « toute nouvelle forme d'organisation, nouvelle définition des rôles, nouvelle règle ou procédure, nouvelle modalité de prise de décision ou de gestion des ressources humaines, nouveau mode de communication ou pratique de gestion au sein des organisations, qui contribue directement ou indirectement à l'amélioration de l'état de l'environnement au sens large incluant les aspects sociaux et sociétaux » (2010 p. 12-13) elles peuvent donc recouvrir également les innovations institutionnelles/sociales qui touchent les dispositions des institutions, des normes sociales et des valeurs culturelles. Ces innovations organisationnelles peuvent également comprendre des technologies de l'Information et de la Communication (TIC) qui permettent une meilleure organisation et coordination des échanges de flux. On peut citer comme exemples : les outils de bilan et d'analyse de flux (logiciels et bases de données, ex : Diagramme Sankey, les outils AVC, les progiciels de Gestion Intégrée...) qui permettent de structurer et rendre accessible puis transmissible la masse d'informations facilitant ainsi les échanges de flux de matières entre les entreprises ; de représenter les flux et synergies entre les différents systèmes du territoire (industries, entreprises de services, bâtiments publics, habitat, agriculture...) ; de visualiser les quantités de flux de matière ou d'énergie à l'intérieur d'un procédé ou d'un système ; de quantifier l'impact d'un produit, d'un service ou d'un procédé sur la base d'un inventaire des flux de matière et d'énergie impliqués à chaque étape de sa vie, depuis l'extraction des ressources jusqu'au traitement ; de permettre aux entreprises de suivre automatiquement leurs indicateurs de Développement Durable, de calculer

¹ «Assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business method that it is novel to the firm or user and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use (including energy use) compared to relevant alternatives (p. 3)».

l'empreinte carbone de chaque action saisie dans le PGI (achat/vente, notes de frais, consommation de ressources et de matières), de produire des statistiques de façon simplifiée, y compris dans la dimension sociale du Développement Durable (Bordage, 2009 ; Harpet et Gully, 2013). Ces outils permettent en effet, de minimiser le temps nécessaire pour la recherche, stockage, élaboration et l'échange de l'information entre les acteurs.

Des innovations commerciales : qui reposent sur la mise en place de méthodes nouvelles de promotion ou de tarification de produits ou services éco-innovants, elles sont liées aux stratégies orientées vers le marché (consommateurs, fournisseurs...). Les produits et services éco-innovants doivent en effet être accompagnés d'une communication transparente, compréhensible et ciblée pour assurer leur rentabilité.

En définitive, la symbiose industrielle peut donc être considérée comme un milieu innovateur « durable ». Elle permet de générer une dynamique d'innovation grâce à la mise en commun des ressources mobilisées par les acteurs (synergies éco-industrielles). Elle s'inscrit largement dans le cadre d'une organisation en réseaux caractérisée par les trois formes de proximité génératrices d'externalités positives. La symbiose industrielle se présente donc comme un système territorial « durable » dans lequel les interactions entre acteurs se développent par l'apprentissage collectif engendrant des éco-innovations (technologies de réduction de la consommation des ressources, des émissions du gaz et de la pollution, recyclage valorisation et réutilisation des déchets, etc.).

Tableau 2 – Comparaison des mécanismes, mode de fonctionnement et résultats du milieu innovateur et de la symbiose industrielle

Points communs	Milieu innovateur	Symbiose industrielle
Mécanismes et mode de fonctionnement	Logiques d'interaction et d'apprentissage	Interaction des acteurs localisés dans le cadre des synergies éco-industrielles (valorisation, recyclage, mutualisation, de déchets...etc.) permettant l'accroissement de la capacité d'apprentissage des acteurs et l'émergence des ressources spécifiques
	Articulation des formes de proximité : géographique, organisationnelle et cognitive	Articulation des formes de proximité : - Géographique (facilitant la collecte et mutualisation des déchets, réduisant les coûts de transport et approvisionnement...etc) - Organisationnelle (permettant une meilleure coordination des échanges de flux) - Cognitive (favorisant le partage d'informations, connaissances et bonnes pratiques).
	Effets d'agglomération (externalités positives)	Création des économies d'échelles (réduction des coûts de travail) Emergence d'externalités éco-technologiques Infrastructures communes (filière de traitement de déchets, recyclage, réseaux de communication, etc.)
	Dynamiques d'innovation :	-Innovation technologiques : intégrées (ou de produits), propres (clean) ; curatives (de

Résultats	<ul style="list-style-type: none"> - Innovation de produits - Innovation de procédés - Innovation organisationnelle - Innovation commerciale 	<i>procédés) en bout de chaîne » (end-of-pipe)</i> - Innovation organisationnelle : nouvelles formes d'organisation des synergies éco-industrielle (ex : outils de bilan de flux...) - Innovation commerciale : méthodes nouvelles de promotion ou de tarification de produits ou services éco-innovants (écoconception, emballage «vert », ...)
-----------	--	--

Source : Auteur

En se basant sur la littérature du milieu innovateur et de la symbiose industrielle il est possible de constater que la symbiose industrielle peut être un milieu innovateur « durable ». Néanmoins, la nature complexe des relations économiques qui lient les acteurs locaux soulève certaines limites du point de vue organisationnel (au niveau de la gouvernance territoriale). A partir de ces limites se sont constitués des barrières qui s'imposent aux acteurs cherchant à innover en matière d'écologie industrielle. Nous avons donc recensé, dans le point suivant, les limites liées à la genèse et diffusion des éco-innovations qui freinent le développement d'une symbiose industrielle.

3. LIMITES ET ENJEUX DE LA GENESE ET DIFFUSION DE L'ECO-INNOVATION DANS LA SYMBIOSE INDUSTRIELLE

Les limites liées à l'innovation sont considérées comme les problèmes qui empêchent d'innover ou qui font que le processus d'innovation stoppe prématurément ou est sérieusement ralenti (Tourigny et Le, 2004). Dans cette partie, nous avons recensé à partir de la littérature (Piatier, 1984 ; Medzinski, 2007 ; Hitchens et al., 2003 ; Hamdouch, Depret, 2008 ; Ozusaglam, 2012 ; Lorek, 2012) les principales limites et difficultés qui freinent le développement et la diffusion des éco-innovations dans la symbiose industrielle (Tableau 3).

Tableau 3 - Limites liées au développement et à la diffusion de l'éco-innovation dans la Symbiose industrielle

Types de limites	Explications
Financières	Coûts et risques de R&D élevés ; coûts externes des produits et services éco-conçus ; rigidité administrative du système de financement, accès limité aux ressources financières ; coûts élevés des investissements dans l'écotechnologie ; rentabilité sur le long terme ; coûts d'apprentissage et expérience.
Réglementaires et institutionnelles	Réglementation peu claire ou trop détaillée ; manque d'incitation ; absences d'institutions spécialisées
Socio-économiques	Absence de la demande du marché/consommateurs ; risque de perte de client, partenaire, fournisseurs ; changement de produit/service, retard de livraison
Informationnelles	Manque d'information ; manque de connaissances sur le matériel et l'efficacité des ressources ; manque de confiance
Liées au caractère incertain de l'éco-innovation	Caractère fortement incertain des activités d'innovation environnementale : choix techniques, consommateurs imprévisibles, changements organisationnels
Humaines	Manque d'engagement, réticence, attitude face au risque ; manque de temps, de contrôle, de suivi... ; manque lié à la force

	de travail ; manque d'expertise...
Socio-culturelles	Faible ouverture de la société, faible sensibilisation à l'environnement, système R&D faible..

Source : Auteur à partir de : (Piatier, 1984 ; Medzinski, 2007 ; Hitchens et al., 2003 ; Hamdouch, Depret, 2008 ; Ozusaglam ; Lorek, 2012)

– **Limites financières** : Les obstacles financiers qui freinent la genèse et la diffusion des éco-innovations peuvent, d'un côté, être liés aux coûts et risques des dépenses de R&D qui peuvent être élevés, au fait que le prix du marché ne reflètent pas les coûts externes des produits ou des services (coûts externes des produits et services éco-conçus) ; à la rigidité administrative du système de financement ; l'accès limité aux ressources dédiées aux R&D dans le domaine de l'éco-innovation ainsi qu'au manque d'investissement externe (difficultés pour trouver des partenaires/investisseurs). De l'autre côté, ils sont liés aux coûts élevés de la mise en œuvre des écotecnologies (par exemple coût élevé lié à la complexité du passage de technologies traditionnelles aux technologies «vertes»), la disponibilité insuffisante de capital-risque pour passer de la planche à dessin à la ligne de production, la rentabilité sur le long terme : décalage temporel entre les premiers investissements (souvent conséquents) et les premiers « retours sur investissement », ainsi que le caractère irrécouvrable de certains investissements (infrastructure, maintenance, formation de la main d'œuvre, équipements, recherche de l'information etc.), principalement dans la première phase de développement des éco-innovations. Les coûts d'apprentissage et d'expérience constituent également une barrière importante.

– **Limites réglementaires et institutionnelles** : Les règles et normes peuvent être des freins à l'éco-innovation lorsqu'ils sont trop lourdes, trop détaillées ou peu claires. Le manque d'incitation à investir dans les technologies de réutilisation et de récupération de déchets et l'absence des institutions spécialisées susceptibles d'assurer certaines conditions nécessaires à la mise en place des éco-innovations, sont des obstacles.

– **Limites socio-économiques** (demande et consommation) : l'absence de la demande du marché ainsi que des consommateurs en matières d'éco-innovation peut être un obstacle (besoins des consommateurs, leur perception du risque de l'innovation, limites des marchés domestiques et étrangers). Le risque de perte de client peut être élevé suite au changement des propriétés et caractéristiques des produits/services, ou suite à la durée de livraison. Les obstacles liés aux fournisseurs sont également importants, par exemple, le manque : de soutien des fournisseurs en termes de publicité de produit, un bon service d'entretien, l'expertise des ajustements de processus d'innovation, etc. il est difficile d'imposer aux fournisseurs ou partenaires de s'adapter aux changements effectués au niveau du système de l'entreprise.

– **Limites informationnelles** : l'obtention d'informations et connaissances sur les écotecnologies, matières premières, financements...mais aussi sur le matériel, la nature des déchets et l'efficacité des ressources est difficile à cause de la culture du secret industriel et le manque de confiance entre les entreprises.

– **Limites Humaines (ressources humaines)** : les limites humaines peuvent être liées au manque d'engagement de la direction/manager (qui peut être causé par d'autres facteurs notamment, le manque d'information concernant la rentabilité des technologies de réduction des déchets, manque de confiance dans la performance des nouvelles technologies...), réticence face au risque de l'innovation, vision à court terme, le manque de planification

stratégique. Le manque de temps du top management est également une barrière importante, elle est liée au manque de temps pour former et communiquer avec les salariés, à l'absence du manager du terrain, au manque de soutien, de suivi et de contrôle des projets éco-innovants.

Comme pour le management, la retraite des salariés face aux changements et risques freine le développement et la diffusion de l'éco-innovation. S'ajoute à cela les obstacles liés à la force de travail (le manque de personnes en charge de la technologie de gestion, de contrôle et / ou la mise en œuvre de la réduction des déchets), le manque d'expertise, compétences et de qualifications qui sont à l'origine des capacités d'apprentissage.

– **Limites liées au caractère incertain de l'éco-innovation** : le caractère fortement incertain de l'activité d'innovation dans le domaine de l'environnement constitue une barrière importante. L'incertitude est tout d'abord technologique, et repose sur les choix techniques. Ensuite, elle est liée aux comportements économiques, sociaux, culturels et psychologiques des consommateurs qui sont difficilement prévisibles et peuvent varier d'un marché à un autre. Enfin, l'incertitude peut être de nature organisationnelle : nécessité d'adopter des modifications de l'organisation interne (et/ou externe), des modes de production ou de distribution, des routines, voire de la stratégie.

– **Limites socioculturelles** : le contexte institutionnel et culturel est important, puisque les formes de limites à l'éco-innovation peuvent varier selon les secteurs économiques et les pays. Les obstacles Socio-culturels peuvent être notamment, liés : à une faible sensibilisation à l'environnement, faible ouverture de la société (par exemple, "la peur du changement", les réseaux fermés...), l'accès limité aux ressources humaines et des connaissances spécialisées, prise de décision sur le court terme, faible responsabilité sociale des entreprises, raisons historiques et culturelles propres à chaque pays, insuffisance des efforts du système en R&D dans le domaine de l'environnement, et enfin faiblesses en matière d'information et de formation.

CONCLUSION

Dans cette recherche, nous sommes parties de l'hypothèse selon laquelle la symbiose industrielle peut prendre la forme d'un milieu innovateur « durable ». En se basant sur la littérature nous avons comparé les deux concepts de milieu innovateur et symbiose industrielle. Nous avons ainsi constaté que la symbiose industrielle peut être un milieu innovateur « durable » dans la mesure où elle :

- **Intègre les caractéristiques ci-après** : un collectif d'acteurs qui repose sur l'établissement des synergies éco-industrielles (échanges matériels et énergétiques), se caractérisant par sa cohérence et sa cohésion économique ; une capacité à produire durablement des ressources grâce aux flux de mutualisation et de substitution ; une capacité d'apprentissage liée à la mise en place des transformations organisationnelles et technologiques pour faire face à la complexité de la mise en place des démarches d'écologie industrielle; un capital relationnel développé grâce à la constitution de réseaux dynamiques territorialisés (basés sur les relations d'échanges de flux de matières et d'énergie); une réglementation permettent de concevoir des normes et des lois spécifiques, fondés sur une connaissance des flux réels de matière, d'énergie et d'émission ainsi que sur une connaissance précise des risques, enjeux et défis de la gestion durable des ressources ; et des coopérations conventionnelles permettant d'instaurer un climat de confiance par le biais des contrats, de développer une communication

claire, et une coordination efficace ainsi que d'assurer un arbitrage des conflits entre les acteurs.

• **Partage les points communs du fonctionnement et résultats du milieu innovateur** : en intégrant une logique d'interaction des acteurs localisés dans le cadre des synergies éco-industrielle permettant l'accroissement de l'apprentissage collectif et l'émergence des ressources spécifiques ; en se basant sur l'articulation des trois formes de proximité géographique (facilitant la collecte et mutualisation de déchet et la réduction des coûts de transport, approvisionnement, etc.), organisationnelle (permettant une meilleure coordination des échanges de flux) et cognitive (favorisant le partage d'informations, connaissances et bonnes pratiques). En créant des effets d'agglomération (infrastructures communes de recyclage..., réseaux et outils de communication, économie d'échelle...) générateurs des éco-innovation (technologiques, organisationnelles/institutionnelles et commerciale).

Cependant, le développement de la symbiose industrielle grâce aux éco-innovations symbiose industrielle se heurte à plusieurs limites, notamment, financières, réglementaires et institutionnelles, socio-économiques, informationnelles, humaines, Socio-culturelles...etc. liés à la nature complexe des relations économiques qui lient les acteurs locaux et qui nécessite une gouvernance territoriale adaptée et orientée vers des objectifs plus globaux de développement de la symbiose industrielle (voir Kasmi et al, 2015).

BIBLIOGRAPHIE

- ALLENBY B., 2006, The ontologies of industrial ecology? Progress in Industrial Ecology - An International Journal, Vol. 3, Nos. 1/2, 2006.
http://cspo.org/legacy/library/110215FOXT_lib_AllenbyPIEontolo.pdf
- AYDOLOT P., 1986, *Les milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris.
- BEURAIN C., BRULLOT S., 2011, L'écologie Industrielle Comme Processus De Développement Territorial : Une Lecture Par La Proximité, *Revue D'économie Régionale Et Urbaine*, 2011/2, Pp.313-340.
- BOONS F.A, BAAS L. W., 1997, Types of industrial ecology: the problem of coordination, *Journal of cleaner production*- Elsevier.
- BOUTILLIER S, UZUNIDIS D., 2012, Schumpeter, Marx et Walras. Entrepreneur et devenir d capitalisme », *Revue Interventions économiques*
<http://interventionseconomiques.revues.org/1690>
- BRINGEZU S, MORIGUICHI Y., 2002, Material flow analysis. In: Ayres and Ayres Eds, *A Handbook of Industrial Ecology*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- CERCEAJ ET AL., 2014, Implementing industrial ecology in port cities: international overview of case studies and cross-case analysis, *Journal of Cleaner Production*, pp, 1- 16.
- CHERTOW M., 2000, Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy, *Annual Review of Energy and the Environment*, Vol. 25: 313-337
- CHERTOW M., 2004, Industrial Symbiosis, dans CLEVELAND C.J. (DIR.), *Encyclopedia of Energy*, Elsevier, Oxford.
- COURLET C., SOULAGE B., 1994, *Industrie, territoires et politiques publiques*, L'Harmattan, Paris. pp. 223-243.
- CROTEAU G., BOIRAL O., 2001 *Du développement durable à l'écologie industrielle, ou les métamorphoses d'un « concept caméléon »*. XIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique 13-14-15 juin 2001

- DEPRET M.-H. ET HAMDOUCH A., « Quelles politiques de l'innovation et de l'environnement pour quelle dynamique d'innovation environnementale ? », *Innovations*, 2009/1 n° 29, p. 127-147.
- DIEMER A., 2010, *L'écologie industrielle : Retour sur le mythe de l'innovation*. PHARE Paris I, OMI Reims. Forum IV, « *Environment, Innovation and Sustainable Development* », Marseille, 7 – 8 octobre 2010.
- DIEMER A., 2012, *La technologie au cœur du développement durable : mythe ou réalité ?* » *Innovations*, n° 37, p. 73-94.
- ERKMAN S., 1998, *Vers une écologie industrielle*, éditions Charles Léopold Mayer.
- FUJITA M, THISSE J-F., 2003, *Economie des villes et de la localisation*, Bruxelles, De Boeck Supérieur, « Économie, Société, Région », 560 pages.
- GALLAUD D., LAPERCHÉ B., 2016 *Economie circulaire et circuits courts écologie industrielle*. ISTE éditions Ltd Février 2016.
- GALIEGUE X, 2012, *Le regard de l'économiste : portée et limites de l'innovation environnementale*, *Vie & sciences de l'entreprise* 2012/2 (N° 191 - 192), p. 39-58. DOI 10.3917/vse.191.0039
- HARPET C., GULLY E., 2013, *Ecologie industrielle et territoriale : quels outils d'aide à la décision ? De l'analyse des flux à l'approche intégrée*, *Déchets sciences et techniques*- N°63, mars 2013.
- KASMI F., LAPERCHÉ B., MERLIN-BROGNIART C., BURMEISTER A., *Ecologie industrielle, trajectoire territoriale et gouvernance : quels enseignements à partir du cas de Dunkerque (Nord – France) ?*, document de travail RRI, n° 46, <http://rri.fr.univ-littoral.fr>, 2015.
- KEMP R, PEARSON P., (eds), 2008, *Final report MEI project about measuring eco-innovation*. <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>. consulted May 2016.
- LAPERCHÉ B., BURMEISTER A., MERLIN-BROGNIART C., KASMI F. (2014), *Ecologie industrielle et développement territorial durable : le rôle des services*, Document de travail RRI, n°284. <http://riifr.univ-littoral.fr/wp-content/uploads/2014/06/doc-284.pdf>
- LAPERCHÉ B, LEVRATTO N., 2012, *The emergence of ecological opportunities and firm's behavior*. in Laperche B., Levratto N., Uzunidis D. (eds), *Crisis, Innovation And Sustainable Development. The Ecological Opportunity*, Cheltenham, Edward Elgar, 2012, pp. 37-66.
- LOREK M., 2012, *Innovations environnementales et transition des territoires industriels et portuaires : le cas de Gdansk (Pologne)*, document de travail, RRI. <http://riifr.univ-littoral.fr/wp-content/uploads/2013/10/doc-273.pdf>
- LOWE, E., MORAN, S., HOLMES, D., 1996. *Fieldbook for the development of eco-industrial parks*. Indigo Dev.2, final report.
- MAILLAT D., 1996, *Du district industriel au milieu innovateur : contribution à une analyse des organisations productives territorialisée*, *Working Papers*, n° 9601, IRER, Université de Neuchâtel.
- MAILLAT D, CREVOISIER O, LECOQ B., 1993. *Réseaux d'innovation et dynamique territoriale : le cas de l'Arc jurassien*, in Denis Maillat, Michel Quévit, Lanfranco Senn (éds), 1993, *Réseaux d'innovation et milieux innovateurs : un pari pour le développement régional*, GREMI/EDES 1993.
- MATHIEU A, CHANDON, J-L, REYNAUD E., 2010, *Le développement durable en action: approche par l'éco innovation*, Acte de la XIXème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Luxembourg, 2-4 juin 2010.
- OECD, 2009, *Eco-innovation in industry, Enabling Green Growth*, Paris: OECD.
- OZUSAGLAM S, 2012 *Environmental innovation: a concise review of the literature* », *Vie & sciences de l'entreprise* 2/2012 (N° 191 - 192), p. 15-38

URL : www.cairn.info/revue-vie-et-sciences-de-l-entreprise-2012-2-page-15.htm.

PERRIN J-C., (Eds), 1992, *Entreprises innovatrices et développement territorial*, GREMI, EDES, Neuchâtel.

PIATIER, A, 1984, *Barriers to innovation*, Commission of the european communities. Brussels and Luxembourg.

PLANQUE B., 1991, Note sur la notion de réseau d'innovation. Réseaux contractuels et réseaux "conventionnels" dans *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°3/4, Paris, , pp. 295-320.

PLANQUE B, GAUSSIÉ N., 1999, Milieux innovateurs et développement durable : des mésologies complémentaires ? Dans Benhayoun et al, 1999 *L'ancrage territorial du développement durable*, l'Harmattan.

RRI (2015), Le territoire entrepreneurial durable. Etude du Cas de Dunkerque, Rapport final Réseau de recherche sur l'innovation sous la direction de S. Boutillier, B. Laperche, D. Uzunidis, Institut CDC pour la Recherche, janvier 2015, http://rrifr.univ-littoral.fr/?page_id=1081

TABARIES M., 2005, *Les apports du GREMI à l'analyse territoriale de l'innovation ou 20 ans de recherche sur les milieux innovateurs*, Cahiers de la MSE, CNRS.

TOURIGNY D., LE C.D. 2004, Impediments to innovation faced by Canadian manufacturing firms, *Economics of Innovation and New Technology* 13 :3, 217-50

TIBBS, H., 1993, *Industrial ecology. An environmental Agenda for Industry*, Global Business Network, Emeryville, CA.

COPPIN O., 2002, Le milieu innovateur : une approche par le système, *Innovations* 2/2002(n° 16) , p. 29-50.

THOMAS V, THEIS T, LIFSET R, GRASS D, KIM B, KOSHLAND C, PFAHL R, 2003, *Industrial ecology: policy potential and research needs*. Environmental Engineering Science, 20:1-9.

TORRE A., TANGUY C., 2014, Les systèmes territoriaux d'innovation : fondements et prolongements actuels », dans BOUTILLIER S., FOREST J., GALLAUD D. et al. (DIR.), *Principes d'économie de l'innovation*, Peter Lang, Bruxelles, p. 307-320.

UZUNIDIS D., 2007, *Entreprises, Entrepreneurs et milieux innovateurs : quelles politiques territoriales de compétitivité ?*, Humanisme et Entreprises, n° 28, octobre 2007.

UZUNIDIS D., 2010, Innovation et proximité. Entreprises, entrepreneurs et milieux innovateurs, *Revue des sciences de gestion*, n° 241, p. 13-22, 2010.