

CAHIERS DU LAB.RII
- DOCUMENTS DE TRAVAIL -

N°307

Juin 2017



**ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE
ET DIVERSIFICATION DES
TERRITOIRES
INDUSTRIELS :
LE « MILIEU ECO-
INNOVATEUR »**

Fedoua KASMI

ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE ET DIVERSIFICATION DES TERRITOIRES INDUSTRIELS : LE « MILIEU ÉCO-INNOVATEUR »

INDUSTRIAL ECOLOGY AND DIVERSIFICATION OF INDUSTRIAL TERRITORIES: THE "ECO-INNOVATIVE MILIEU"

Fedoua KASMI

Résumé : Dans ce travail, nous faisons l'hypothèse que l'écologie industrielle peut contribuer au développement et à la diversification d'un territoire. La symbiose industrielle qui représente la mise en place concrète de l'écologie industrielle peut en effet être appréhendée comme un milieu éco-innovateur. Les externalités générées par l'agglomération des activités 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. Par la création d'actifs spécifiques (flux de matières, infrastructures, base de connaissance et de compétences etc.), la symbiose industrielle renforce ainsi l'attractivité structurelle du territoire. Les synergies éco-industrielles relient en effet les nouvelles entreprises à celles existantes et contribuent au développement d'une variété reliée au sein du territoire. C'est la présence d'activités connexes liées à l'écologie industrielle et représentant une base pour la mise en place d'une politique de spécialisation intelligente efficace, qui va orienter la trajectoire du territoire vers une diversification « intelligente ».

Mots clés : Ecologie industrielle, symbiose industrielle, milieu éco-innovateur, variété connexe/reliée, spécialisation intelligente

Abstract: In this paper, we assume that industrial ecology can contribute to the development and diversification of an industrial territory. We develop the idea that the industrial symbiosis that represents the concrete implementation of industrial ecology can ideally be considered as an eco-innovative milieu. The externalities resulting from this eco-innovative milieu and therefore from the industrial symbiosis can be at the origin of the creation and the diffusion of dynamic externalities of diversification. Indeed, these externalities can have a positive effect on the stabilization of existing economic activities, the attractiveness of new firms and the emergence of new forms of innovation. By creating specific externalities and assets that generate agglomeration economies (material flows, infrastructures, knowledge and skills base, etc.), industrial symbiosis reinforces the structural attractiveness of the territory. Eco-industrial synergies link new companies to existing ones and contribute to the development of a related variety within the territory. It is the presence of related activities linked to industrial ecology and constituting a basis for the implementation of an efficient smart specialization policy that will orient the territory's trajectory towards "smart" diversification.

Keywords: Industrial ecology, industrial symbiosis, eco-innovative milieu, related variety, smart specialization

**ECOLOGIE INDUSTRIELLE ET DIVERSIFICATION DES TERRITOIRES
INDUSTRIELS : LE « MILIEU ECO-INNOVATEUR »**

**INDUSTRIAL ECOLOGY AND DIVERSIFICATION OF INDUSTRIAL
TERRITORIES: THE "ECO-INNOVATIVE MILIEU"**

Fedoua KASMI¹

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
1. ECOLOGIE INDUSTRIELLE ET TERRITOIRE INDUSTRIEL	5
1.1. Atouts et limites de la spécialisation industrielle des territoires	5
1.1.1. Origines et fonctionnement des territoires industriels	5
1.1.2. Atouts et limites de la spécialisation industrielle des territoires	7
1.2. Facteurs et stratégies de diversification des territoires	10
1.2.1. Externalités et diversification industrielle	10
1.2.2. Variété reliée et spécialisation intelligente	12
2. L'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE COMME MILIEU ECO-INNOVATEUR...VERS LA DIVERSIFICATION DES TERRITOIRES INDUSTRIELS	14
2.1. Ecologie industrielle et territoire industriel : une relation « particulière »	14
2.2. L'écologie industrielle comme milieu éco-innovateur : vers une diversification « intelligente »	16
2.2.1. Ecologie industrielle et milieu éco-innovateur	16
2.2.2. De l'innovation aux éco-innovations	19
2.2.3. Vers une diversification « intelligente »	20
CONCLUSION	22
BIBLIOGRAPHIE	23

¹ Clersé UMR8019 ULCO – Réseau de Recherche sur l'Innovation

INTRODUCTION

Les travaux sur les dynamiques des économies de localisation mettent en avant le lien entre la spécialisation industrielle et la croissance économique (Marshall, 1920 ; Arrow, 1962a ; Romer, 1986). Ils considèrent que les externalités issues de la spécialisation sont favorables à la productivité. Toutefois, ces externalités sont décrites comme des externalités statiques (Henderson et al, 1995). Elles permettent le développement d'une économie locale équilibrée avec des relations de production (input-output) stables entre les entreprises mais sans développement dynamique de produits et donc des dynamiques d'innovation faibles.

Les travaux sur les dynamiques des territoires tendent à donner une place préférentielle aux notions de diversité (externalités dynamiques de type Jacobs) et de variété des activités économiques comme facteurs de croissance et de compétitivité (Jacobs, 1969 ; Gleaser, 1992 ; Henderson, 1997, Boschma, 2004 ; Frenken et al, 2011). La spécialisation devient fonctionnelle (elle concerne le management et la gestion de la production) plus que sectorielle (c'est-à-dire dans un secteur d'activité particulier par rapport à un autre). Les travaux de l'économie géographique évolutionniste mettent en avant le rôle crucial de la diversité des activités économiques dans le développement de nouvelles trajectoires de croissance (Boschma, 1999, 2004 ; Frenken et al., 2007 ; Boschma, Frenken 2011 ; Boschma, Gianelle, 2014). Ils estiment que le processus de diversification régionale permet l'émergence de nouvelles activités à partir de celles existantes. Ils introduisent ainsi le concept de « variété reliée/connexe » qui, selon les auteurs, est une base pour la mise en place d'une politique de spécialisation intelligente efficace (Foray, 2013, Boschma, Gianelle, 2014).

Dans ce travail, nous développons l'idée selon laquelle la symbiose industrielle qui représente la mise en place concrète de l'écologie industrielle peut se présenter idéalement comme un milieu éco-innovateur. Ces relations symbiotiques peuvent selon nous être rapprochées du concept du milieu innovateur, qui montre comment l'innovation peut émerger des relations de proximité entre acteurs eux aussi localisés sur un territoire donné (Aydalot, 1986; Maillat et al, 1993 ; Uzunidis, 2007). Les externalités générées par l'agglomération des activités 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. Par la création d'actifs spécifiques (flux de matières, infrastructures, base de connaissance et de compétences etc.), la symbiose industrielle renforce ainsi l'attractivité structurelle du territoire. Les synergies éco-industrielles relient en effet les nouvelles entreprises à celles existantes et contribuent au développement d'une variété reliée au sein du territoire. C'est la présence d'activités connexes liées à l'écologie industrielle et représentant une base pour la mise en place d'une politique de spécialisation intelligente efficace, qui va orienter la trajectoire du territoire vers une diversification « intelligente ».

Dans la première partie, nous étudions la question de la spécialisation des territoires industriels et nous mettons en avant ces effets négatifs sur la performance des territoires (situations de blocage et dépendance de sentier). Nous analysons ensuite le rôle de la diversification comme facteur de croissance territoriale. Dans la deuxième partie nous montrons le lien étroit entre l'écologie industrielle et le territoire industriel et sa contribution à la diversification « intelligente » de ce dernier par la création de milieux éco-innovateurs.

1. ECOLOGIE INDUSTRIELLE ET TERRITOIRE INDUSTRIEL

1.1. Atouts et limites de la spécialisation industrielle des territoires

1.1.1. Origines et fonctionnement des territoires industriels

Depuis la révolution industrielle, l'industrialisation des territoires a largement contribué au développement économique des pays et des régions. Les territoires qui ont connu une forte industrialisation sont qualifiés aujourd'hui comme les plus développés. Ces territoires ont fait le choix de la spécialisation dans le domaine industriel pour accélérer leur croissance. Ils se démarquent par l'importance et la concentration spatiale de leurs activités industrielles fondées sur les effets d'agglomération (Marshall, 1920).

Le territoire industriel est un espace géographique défini, accueillant des activités de nature industrielle et construit par l'histoire, la dynamique et l'interaction des acteurs privés et publics. Il regroupe l'ensemble des activités socio-économiques qui nécessitent la combinaison et la transformation de matières premières et d'énergie pour la production de biens et services. L'industrialisation est donc un processus productif territorialisé qui fait appel à des ressources, techniques, infrastructures et compétences spécialisées.

Les bénéfices issus de l'exploitation des effets d'agglomération sont un facteur de concentration des entreprises industrielles à proximité les unes des autres, en particulier dans le domaine des industries lourdes qui nécessitent, pour exister, des moyens et des ressources (matérielles, financières, humaines, etc.) importants (Marshall, 1890). L'existence d'un marché du travail spécialisé et partagé ; la présence d'une variété de ressources (inputs spécialisés) permettant la réduction des coûts et l'amélioration de la compétitivité ; et l'accès à des technologies et des savoir-faire variés sont les principaux facteurs des effets d'agglomération et représentent un moteur de compétitivité des régions. Ce sont des facteurs qui contribuent au renforcement de la spécialisation croissante (Aiginger, Davies, 2004).

Cependant, la question de la spécialisation des territoires fait l'objet de nombreux débats : la spécialisation industrielle est-elle un atout ou plutôt un frein à la croissance ? La croissance des territoires passe par la spécialisation ou la diversification industrielle ? Avant d'essayer de répondre à cette question. Nous présenterons d'abord les mécanismes de spécialisation des territoires.

Gilly et Lung (2005, p.12) considèrent que « *le processus de spécialisation se fonde sur une structure organisationnelle forte (du type grand donneur d'ordres/sous-traitants) du tissu économique local dominée par une activité industrielle ou un produit. Le processus par lequel le tissu économique se structure est fondé sur une logique industrielle favorisant la concentration géographique d'activités complémentaires* ». Une économie est considérée comme fortement spécialisée lorsque qu'un nombre réduit d'industries concentrées dans le même espace détiennent une position importante dans l'ensemble de cette économie (c.-à-d. qu'elles génèrent une part élevée du PIB) (OCDE, 2011).

La spécialisation d'un territoire dans l'industrie découle le plus souvent des décisions des politiques publiques, il s'agit d'un processus développé de manière coordonnée visant le développement et la croissance économique dudit territoire. La spécialisation de certains pays développés dans le domaine industriel est issue de l'intervention et la planification des politiques publiques.

Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale et dans le cadre de la construction européenne, des politiques publiques industrielles ont été mises en place visant l'industrialisation des territoires et la reconstruction de l'appareil productif. En France, l'intervention directe de l'Etat a été modelée par un processus de planification indicative et par une stratégie de nationalisation des entreprises. L'objectif était de délocaliser l'industrie concentrée dans la région parisienne, démontrée par J.F. Gravier dans son ouvrage *Paris et le désert français* (1947), sur l'ensemble du territoire, en favorisant ainsi l'installation des industries motrices et le développement des pôles de croissance dans les régions en crise. L'Etat français a créé le Commissariat général du Plan en 1947 (devenu aujourd'hui le Centre d'analyse stratégique) qui est à l'origine de la création d'un ensemble de Plans. Ces derniers sont de grands programmes qui ont principalement assuré trois fonctions : de prospection, de coordination et d'incitation (Bernard, 1964). L'application de ces plans a touché d'abord les secteurs de base (électricité, charbon, sidérurgie, ciment, etc.) et ont favorisé le développement de l'infrastructure pour soutenir l'ensemble de l'industrie. Ils ont également contribué à la croissance économique par la mise en place de la politique des champions nationaux (promotion et soutien de projets industriels et technologiques ; appui à l'agglomération des entreprises de grandes tailles).

Ces grands projets industriels ont été soutenus par des outils d'aménagement mis en place par l'Etat. L'objectif étant de créer des bases dynamiques de développement fondé sur le regroupement d'industries motrices, en appliquant la thèse de François Perroux sur les pôles de croissance.

La théorie des pôles de croissance initiée par F. Perroux repose sur l'idée selon laquelle la croissance est liée à la concentration géographique des unités de production. « *La croissance n'apparaît pas partout à la fois ; elle se manifeste en des points ou pôles de croissance, avec des intensités variables ; elle se répand par divers canaux et avec des effets terminaux variables pour l'ensemble de l'économie. En effet, il peut y avoir des effets de stoppage aussi bien que des effets d'entraînement* » (Perroux, 1981). Cette notion de pôle de croissance est fondée sur la présence d'une unité motrice, source d'effets d'entraînement, autour de laquelle sont agglomérés plusieurs acteurs sur un espace géographique défini.

En fonction des caractéristiques de cette unité motrice (taille, productivité, capacité d'innovation, pouvoir etc.), elle exerce un impact sur l'ensemble de l'économie locale, elle peut favoriser ou freiner le développement du reste des acteurs (Perroux, 1986, p. 48 ; Lajugie, 1985). Elle peut donc engendrer une croissance déséquilibrée (Perroux, 1955) et participer à un développement inégalement réparti dans l'espace, fortement dépendant de la nature de son activité.

F. Perroux estime que « *les unités motrices ne peuvent pas être considérées comme telles en dehors des conditions du temps, du lieu et du réseau qui caractérisent le milieu de la propagation de leurs effets* » (Perroux, 1961, p. 271). Elles peuvent être des firmes ou des branches d'industrie ayant une « *capacité technique susceptible d'entraîner la formation d'autres industries, de stimuler d'autres productions, par exemple sous la forme de sous-produits ou d'activités de sous-traitance* » (Traimond, 1968, p. 270). Une unité motrice peut ainsi contribuer à l'orientation d'un territoire vers une spécialisation dans un domaine d'activité précis en créant des activités complémentaires, essentielles au développement de cette dernière (exemple des unités qui opèrent dans l'industrie de base).

Selon G Destanne de Bernis (1966, 1968), qui prolonge l'étude de la notion d'industrie motrice en introduisant la notion d'industries industrialisantes, la présence d'industries de biens de production favorise non seulement un développement subséquent mais modifie les fonctions de production des autres branches par le seul fait de leur localisation.

Les effets d'industrialisation engendrés par les industries motrices entraînent le reste des activités qui leur sont liées. Ces effets jouent un rôle essentiel dans le développement des pôles de croissance. On peut distinguer deux types d'effets :

- Les effets d'entraînement qui permettent aux acteurs liés à l'unité motrice de bénéficier de l'accroissement de la productivité de cette dernière (Perroux, 1955a ; Chenery et Watanabe, 1958). Ces acteurs entraînés tirent ainsi profit des externalités issues de la proximité géographique de l'industrie motrice (réduction de coûts en amont et aval de la production ; flux d'échanges ; capacité d'innovation).
- Les effets de blocage ou de stoppage qui freinent le développement des activités économiques avoisinantes. Ils sont également liés à la productivité de l'unité motrice, si celle-ci régresse elle entraîne le ralentissement du reste de l'économie locale.

A partir du modèle de l'industrie industrialisante (Destanne de Bernis, 1966) on peut comprendre que les effets d'entraînement sont le résultat d'un processus spécifique dans lequel la nature des échanges industriels et leur organisation territoriale jouent un rôle essentiel. Ce modèle peut être rapproché de la logique des grandes filières qui se sont spécialisées, par la volonté publique, dans le domaine des industries lourdes après la seconde guerre mondiale (Coppin, Ziel, Mudard 2000). En effet, les industries lourdes, notamment, la sidérurgie, pétrochimie, etc., susceptibles d'assurer les différents stades de la production, répondent à cette logique d'entraînement fondée sur l'articulation d'opérations successives conduisant à la production du bien final (op.cit.). La forte intervention de l'Etat et l'application de la théorie des pôles de croissance favorisent le développement de ce modèle. En France, les « Plans de reconstruction et de croissance » ont favorisé la délocalisation des activités industrielles de base vers certains territoires portuaires en créant ainsi des pôles de croissance. Trois grands ports ont connu une industrialisation forcée (en suivant l'exemple du Japon ainsi que d'autres pays européens : Allemagne, Belgique, Espagne etc.). Ils sont devenus des zones industrialo-portuaires : Dunkerque (Grand port maritime de Dunkerque), Marseille Fos, Le Havre Basse Seine (Ziel, 1998). Les objectifs de cette industrialisation de nature lourde étaient de réduire les coûts liés à l'extraction et l'utilisation du charbon et du fer à travers l'importation des matières premières. De grandes unités sidérurgiques ont donc été installées au bord de la mer. Ces dernières devaient jouer le rôle d'unités motrices ayant pour objectif la création des effets d'entraînement sur l'ensemble de l'économie locale.

1.1.2. Atouts et limites de la spécialisation industrielle des territoires

Les territoires spécialisés dans les industries de base ont connu une croissance économique importante au cours du 20ème siècle. Cependant la spécialisation d'un territoire ne représente pas en soi un facteur favorable ou défavorable à la croissance (Prager, 2015).

Les travaux qui portent sur les dynamiques des *économies de localisation* mettent en avant le lien entre la spécialisation industrielle et la croissance économique (Marshall, 1920 ; Arrow, 1962a ; Romer, 1986). Ils développent une approche selon laquelle les externalités issues de la spécialisation sont favorables à la productivité. Ces externalités qualifiées par Glaeser et al. (1992) de *MAR* « Marshall-Arrow-Romer » sont de nature intra-industrielle et résultent du

partage des intrants et de la concurrence intra-branche. Elles découlent de la présence d'un grand nombre d'entreprises d'un même secteur productif dans un même endroit.

Les avantages liés aux externalités de spécialisation touchent directement la productivité des firmes. En effet, les économies d'agglomération intra-industrielles permettent la constitution d'un réseau dans lequel les entreprises tissent des liens en amont et en aval spécifiques au secteur (Bernard et al, 2003). Ces dernières bénéficient d'un pool de main-d'œuvre spécialisée, d'un nombre important de fournisseurs et / ou de sous-traitant, d'infrastructures et organisations de soutien sectoriel et d'un nombre important de clients. De plus la circulation et la transmission de l'information sur les caractéristiques des marchés et les besoins des consommateurs, deviennent plus pertinentes et plus fluides au sein d'un même secteur. Les économies de localisations, qui sont externes à la firme mais internes à un secteur industriel concentré dans un territoire, conduisent ainsi à la baisse des coûts liés aux activités de production, l'augmentation de la production et à la création des économies d'échelles.

Selon l'approche des économies de MAR, les externalités de spécialisation favorisent la diffusion des connaissances (*knowledge spillovers*) entre les entreprises d'une même industrie. Cette approche appliquée par Marshall (1890) aux villes, montre que la concentration d'une industrie dans une ville contribue à la diffusion des connaissances entre les entreprises, engendrant ainsi la croissance de cette industrie et donc de cette ville. Les connaissances sont diffusées entre les entreprises grâce à l'imitation, la veille concurrentielle et la mobilité de la main-d'oeuvre hautement qualifiée (Gleaser et al, 1992).

La théorie de MAR soutient l'idée selon laquelle la spécialisation contribue au renforcement du pouvoir monopolistique qui, contrairement à la compétition locale, serait favorable à la croissance d'une industrie et au développement de l'innovation dans la mesure où il permet l'internalisation des externalités. Porter (1990), soutient l'approche de MAR, pour cet auteur la diffusion des connaissances dans des industries spécialisées géographiquement concentrées stimule la croissance. Toutefois, il s'oppose au fait que le monopole local soit bénéfique au développement économique, et estime que la concurrence locale contribue à l'émergence et l'adoption rapide de l'innovation.

Du point de vue de l'ouverture sur l'extérieur, la spécialisation peut être un atout majeur de compétitivité pour les territoires qui offrent des produits dont la demande internationale est élevée (Amable, 2000 ; Bagoulla, 2006 ; Prager, 2015). Elle peut être source d'avantages comparatifs, principalement pour les territoires qui se spécialisent dans des secteurs à forte valeur ajoutée (secteurs à forte intensité technologique). Busson et Villa (1994, p. 9) considèrent la spécialisation comme facteur de croissance : d'une part lorsqu'un pays se spécialise dans les secteurs qui présentent des avantages liés à leur dotation factorielle, on parle ici de spécialisation de type Heckscher-Ohlin (spécialisation interbranche), et d'autre part lorsqu'un pays se spécialise dans des produits plus spécifiques pour se créer des niches et profiter des rendements d'échelle, on parle ici de spécialisation de type intrabranche. A travers une étude empirique sur l'industrie de l'électronique, Amable (2000) montre que les pays qui sont plus spécialisés dans l'électronique, ou plus précisément, qui ont un avantage comparatif en électronique, ont bénéficié d'un avantage de croissance de la productivité par rapport aux pays présentant un désavantage comparatif.

Les externalités issues de la spécialisation peuvent donc contribuer à la productivité par la création d'économie d'échelle et la diffusion de connaissances. Toutefois, ces externalités sont décrites par Henderson et al (1995) comme des externalités statiques. Elles permettent le

développement d'une économie locale équilibrée avec des relations de production (input-output) stables entre les entreprises mais sans développement dynamique de produits et donc des dynamiques d'innovation faibles.

Selon Carré (2011, p 1), il faut se méfier de toute relation mécanique entre spécialisation et performance territoriale. La spécialisation n'est pas forcément source de coopération entre les acteurs qui est nécessaire à la constitution de réseaux.

De nombreuses études empiriques en économie appliquée ont mis en avant les effets négatifs de la spécialisation du tissu productif sur la croissance notamment, de l'emploi (Gleaser, 1992 ; Gaulier, 2003 ; Bagoulla, 2006 ; Busson et Villa, 1994). Un degré extrême de spécialisation des territoires pourrait les exposer à des chocs asymétriques, principalement lorsqu'il s'agit d'une spécialisation dans des secteurs à faible valeur ajoutée et peu porteurs de la demande mondiale ou bien dans des secteurs en crise, « *les territoires spécialisés dans des secteurs en déclin, et présentant des difficultés d'adaptation aux technologies émergentes, sont souvent perdants dans le progrès technique* » (Prager, 2015, p. 34). Cela peut entraîner le territoire en situation de stagnation et augmenter le taux du chômage.

Dans un rapport destiné au président de la république française, intitulé « *Pour une nouvelle politique industrielle* », Beffa (2005) met l'accent sur l'impact négatif de la spécialisation de la France dans les secteurs à faible valeur ajoutée (notamment, les industries de base) et sa relation avec l'affaiblissement de l'industrie française. Ce recul par rapport aux pays industrialisés est le résultat du faible investissement dans la recherche et développement, « *qui semble lié, non à son insuffisance au sein de chaque secteur d'activité, mais à une trop forte spécialisation dans des industries de basse technologie* » (op.cit. p, 17). En effet, la spécialisation industrielle en France est liée aux secteurs « anciens », elle regroupe des leaders mondiaux dans les industries de base comme les matériaux de base avec l'acier, le ciment ou le verre, les secteurs de l'aéronautique, etc., mais possède un nombre moins important d'entreprises dans les secteurs de haute technologie. Cela peut être rapproché à l'industrialisation forcée de certains territoires français et l'application de la théorie des pôles de croissance, qui ont renforcé la spécialisation industrielle en France autour des industries motrices (Cf, plus haut). En effet, dans les années 1970, la crise économique qui a marqué la France, a eu des impacts négatifs sur les activités industrialo-portuaires avec l'épuisement de la norme dite fordiste (Ziel, 1998). L'industrie de base a été touchée par une baisse au niveau de la demande liée à la baisse de la production et de la consommation de masse qui ont caractérisé la période des Trente Glorieuses. Dans ce contexte de crise, les unités motrices ont engendré des effets de stoppage dans certains territoires. Lors de cette période et pour faire face à la concurrence internationale la politique industrielle soutien des secteurs d'avenir et abandonne d'autres secteurs en crise. Cela a provoqué une crise de spécialisation industrielle, les territoires industrialo-portuaire sont devenus dépendants des activités d'industries lourdes de ces unités motrices et ont connu un taux de chômage très fort.

Le processus de spécialisation peut créer des effets de blocage au niveau de l'économie locale. Dans un territoire industriel caractérisé par des externalités de spécialisation, les multiples échanges entre les différents acteurs (entreprises, institutions...) permettent de construire une base de connaissance et de compétences partagée liée à la nature et aux besoins des activités économiques de ce dernier. Celle-ci peut d'un côté contribuer à sa dynamique et son développement (productivité, économies d'échelle, réduction des coûts...) et d'un autre côté créer une situation de blocage (*lock-in*) et de dépendance de sentier. Cette base de connaissance et de compétence peut en effet, devenir un obstacle au développement,

lorsqu'elle freine le changement en favorisant la « conformité » (Portes, Landoldt, 1996). Les entreprises peuvent notamment, négliger de nouvelles opportunités de progrès (nouvelles technologies, nouvelles expériences, etc.) (Laperche, Perrin Boulonne, 2017). Cette situation peut être exprimée par la notion de dépendance de sentier, qui met en avant l'impact des décisions et investissements choisis dans le passé, qui ont cessé d'être optimaux ou rationnels, sur les actions/décisions futures (Boschma et Frenken, 2006 ; Martin, 2011).

Une situation de dépendance de sentier peut être engendrée par plusieurs types de blocages liés aux externalités de spécialisation. Grabher (1993), en distingue trois : fonctionnels, cognitifs et politiques. Les blocages fonctionnels (*functional lock-in*) résultent de la stabilité et la force des relations entre les acteurs faisant partie d'un même réseau ou d'un même secteur d'activité, qui réduisent l'opportunité de tisser de nouveaux liens et qui font que de nouvelles ressources sont mal identifiées et utilisées. Ces blocages fonctionnels sont intensifiés par des blocages cognitifs (*cognitive lock-in*) dans la mesure où les acteurs partagent les mêmes idées ce qui renforce leur enfermement. Et les blocages politiques (*political lock-in*) qui sont un résultat d'un processus de développement économique se déroulant selon des trajectoires historiques soutenues par des relations de coopération entre les différents acteurs : entreprises (industries), Etat, associations, etc.

Les travaux récents sur les dynamiques des territoires tendent à donner une place préférentielle aux notions de diversité (externalités de type Jacobs) et de variété des activités économiques comme facteurs de croissance et de compétitivité (Jacobs, 1969 ; Gleaser, 1992 ; Henderson (1997), Boschma, 2004 ; Frenken et al, 2011 ; Boschma, 2004 ; Frenken et al 2011). La spécialisation devient fonctionnelle (elle concerne le management et la gestion de la production) plus que sectorielle (c'est-à-dire dans un secteur d'activité particulier par rapport à un autre). Elle concerne la capacité à produire des biens et services ayant une haute valeur ajoutée dans un ensemble diversifié de produits à l'intérieur d'un même secteur d'activité (Duranton et Puga, 2005 ; Hummels et Klenow, 2005).

1.2. Facteurs et stratégies de diversification des territoires

1.2.1. Externalités et diversification industrielle

Contrairement à l'approche MAR, l'approche de Jacobs, dénommée aussi « externalités de type Jacobs » associe diversification industrielle et croissance territoriale (Cf. encadré 1). Ces externalités résultent de la diversité des activités économiques, qui selon les travaux sur les dynamiques des territoires, est source d'innovation (Jacobs, 1969 ; Gleaser, 1992 ; Henderson, 1997, Boschma, 2004 ; Frenken et al, 2011). Les externalités de diversification sont issues des *économies d'urbanisation* (Ohlin, 1933, Hoover, 1937). Celles-ci couvrent les avantages liés à la densité et la taille de l'économie locale. Elles sont générées par la présence d'un grand nombre de secteurs d'activité et de services dans le territoire et représentent des activités externes à la firme et externes au secteur auquel appartient la firme.

Les externalités intersectorielles issues de la diversification industrielle, sont qualifiées de dynamiques (Gleaser et al, 1992) dans la mesure où les fertilisations croisées entre compétences et ressources diverses stimulent l'innovation. Pour Jacobs et à l'opposé de MAR et Porter, l'échange des idées et technologies entre les différents acteurs à l'intérieur d'un territoire diversifié est plus important et donc la diffusion de connaissances devient plus facile. Ce territoire offre en effet un ensemble de ressources permettant la production et l'adoption rapide de l'innovation. Les entreprises de diverses industries peuvent bénéficier :

d'un nombre plus large de fournisseurs et de clients ; des facilités et des biens publics ; d'une diversité au niveau des compétences de la main-d'œuvre ; d'un accès aux marchés internationaux ; des intrants intermédiaires ; et d'une infrastructure importante. Dans ce sens, Jacobs (1969) met l'accent sur l'importance de la diversité industrielle plutôt que la spécialisation pour la croissance et le développement économique "*The greater the sheer number of and variety of division of labor, the greater the economy's inherent for adding still more kinds of goods and services*" (Jacobs, 1969, p. 59). Les externalités technologiques issues de la diversification, se diffusent dans l'ensemble du tissu économique du territoire et non seulement au sein d'un seul secteur d'activité. Cela permet la création de nouvelles opportunités et de nouvelles combinaisons (une idée peut être appliquée dans plusieurs secteurs différents) (Jacobs, 1969 ; Jacobs, 1984).

Encadré 1 : Les types d'externalités

Les externalités de MAR « Marshall-Arrow-Romer » (économies de localisation) : ce sont des effets d'agglomération issus de la spécialisation industrielle. Ils favorisent la stabilité de l'économie locale mais génèrent des dynamiques d'innovation faibles. Ils sont qualifiés d'externalités statiques (Marshall, 1920 ; Arrow, 1962a ; Romer, 1986).

Les externalités de Jacobs (économies d'urbanisation) : ce sont des effets d'agglomération issus de la diversification industrielle. Ils favorisent la fertilisation croisées entre compétences et ressources diverses et génèrent des dynamiques d'innovation fortes. Ils sont qualifiés d'externalités dynamiques (Jacobs, 1969 ; Glaeser, 1992 ; Henderson (1997), Boschma, 2004 ; Frenken et al, 2011).

Comme Porter (1990) et contrairement à MAR, Jacobs (1969) estime que la concurrence locale est favorable à la croissance. Pour cet auteur, les industries situées dans des zones fortement industrialisées, composées d'activités variées devraient croître plus rapidement. La présence d'un nombre important d'entreprises renforce les économies d'agglomération qui accélèrent l'adoption de la technologie et de l'innovation, contrairement au pouvoir monopolistique qui favorise la création de barrières à l'entrée.

De nombreux travaux sur la dynamique économique des territoires soutiennent la théorie de Jacobs (Fujita, Krugman et Venables (2001) ; Glaeser et al. 1992 ; Henderson, Kuncoro et Turner, 1995). En effet, différentes études empiriques ont montré l'intérêt de la diversification pour le territoire et son rôle dans l'émergence de nouvelles activités (notamment les activités à haute valeur ajoutée créées grâce à la combinaison des ressources issues de la diversité). Les travaux portant sur la nouvelle économie géographique et la Synthèse « économie géographique croissance » mettent également l'accent sur le rôle de la diversité (Krugman, 1991 ; Krugman et Venables, 1995 ; Martin et Ottaviano, 1999) dans la dynamique d'innovation et la création d'externalités positives (technologiques notamment).

Les analyses récentes de l'économie géographique évolutionniste, mettent en avant l'importance des externalités de diversification (de type Jacobs) dans le développement et la croissance (Frenken et al., 2007 ; Boschma, Frencken, 2011 ; Boschma, Gianelle, 2014). Toutefois, Boschma et Immarrino (2007) considèrent qu'ils existent deux lacunes dans la littérature sur cette question. D'une part ils se posent la question sur la possibilité de l'émergence de retombées de connaissance entre des secteurs qui ne sont pas liés. Ils estiment que les travaux sur la diversification et les économies d'agglomération sont principalement impliqués dans l'identification des retombées de connaissances localisées et négligent la dimension fonctionnelle des processus de connaissance. D'autre part, Frenken et al., (2007) mettent avant le fait que, confusément, la notion d'externalités de Jacob couvre deux effets

différents en même temps : les retombées de connaissances et les effets de portefeuille², sans les séparer analytiquement bien qu'il impliquent des effets économiques différents. Pour ces auteurs il est essentiel de distinguer entre différentes formes de variété régionale et proposent la notion de variété connexe/reliée (Boschma et Immarrino 2007). Nous nous intéressons particulièrement, dans le point qui suit, à cette notion pour expliquer l'importance de la diversification dans la dynamique des territoires industriels.

1.2.2. Variété reliée et spécialisation intelligente

Les travaux de l'économie géographique évolutionniste étudient les mécanismes par lesquels les économies régionales se diversifient au fil du temps. Ils mettent en avant le rôle crucial de la diversité des activités économiques dans le développement de nouvelles trajectoires de croissance (Boschma, 1999, 2004 ; Frenken et al., 2007 ; Boschma, Frenken 2011 ; Boschma, Gianelle, 2014). Leurs travaux cherchent à comprendre pourquoi certains territoires produisent un type spécifique de connaissance plutôt qu'un autre et montre que la création de nouvelles connaissances repose sur une base de connaissances déjà existantes dans ces territoires (Boschma et Frenken, 2011). Dans ce sens, ils estiment que le processus de diversification régionale permet l'émergence de nouvelles activités à partir de celles existantes. Ils introduisent ainsi le concept de « variété connexe/reliée » (*related variety*).

La variété connexe se définit comme « *des secteurs qui sont reliés en termes de compétences partagées ou complémentaires. En d'autres termes, un certain degré de proximité cognitive est nécessaire pour assurer une communication efficace et un apprentissage interactif, sans être trop extrême, pour éviter un blocage cognitif* ». (Boschma et Immarrino 2009, p, 5). Les auteurs mettent en avant l'importance de la proximité cognitive dans la diffusion des externalités de connaissance : « *de manière analogue aux économies d'envergure au sein de la firme, on peut s'attendre à que la diffusion de connaissance au sein d'un territoire ait lieu principalement au sein de secteurs connexes, et dans une moindre mesure au sein de secteurs non reliés entre eux* » (Frenken et al., 2007, p. 688)³. Le concept de variété connexe est défini à la fois par la similarité entre produits ou entre connaissances et la complémentarité des produits ou des connaissances. Selon Ellawanger et Boschma (2013), le caractère connexe des activités industrielles peut faire référence à la fois à des activités économiques similaires ou complémentaires. Ainsi, les connaissances sont transférées incorporées et recombinaison plus facilement et plus intensément lorsque les territoires sont caractérisés par une variété connexe qui repose sur le partage de compétences similaires ou complémentaires (Boschma, Gianelle, 2014).

Les études empiriques sur la variété connexe ont montré que cette dernière influe positivement la dynamique de l'emploi d'un territoire (Frenken et al., 2007 ; Boschma et Immarrino 2009; Mameli et al., 2012). Pour enrichir leurs conclusions, les auteurs comparent les effets de la variété connexe et de la variété non reliée (*unrelated variety*) (externalités de diversification de type Jacobs) qui couvre des secteurs qui ne partagent pas forcément des compétences similaires/complémentaires. En analysant le cas des Pays-Bas, Frenken et al. (2007) affirment que la présence d'une variété connexe élevée dans un territoire industriel favorise la création d'opportunités d'apprentissage pour les entreprises locales et contribue à une forte croissance de l'emploi. Alors que la variété non reliée, génère un effet de portefeuille en amortissant les chocs spécifiques à l'industrie et en stabilisant les économies

² Les effets de portefeuille sont issus de la diversification des activités dans un but de réduire les risques et les chocs liés au chômage

³ Traduit par Laperche et Perrin (2017)

régionales à travers la réduction du taux de chômage. D'autres études, notamment sur l'Italie (Boschma et Iammarino 2009; Mameli et al., 2012), la Grande-Bretagne (Evêque et Gripiaios, 2010), la Finlande (Hartog et al., 2012), Espagne (Boschma et al., 2012) etc., viennent confirmer ces résultats.

Les travaux évolutionnistes montrent ainsi que la variété connexe permet aux territoires de se lancer dans de nouvelles trajectoires de croissance à travers la diversification dans des domaines d'activités nouveaux mais complémentaires basés sur un socle de connaissances pré-existantes. Ces travaux sont considérés comme une base favorisant la mise en place d'une politique de « spécialisation intelligente » efficace (Boschma, Gianelle, 2014).

La spécialisation intelligente (*smart specialization*) repose sur la mise en place d'un processus politique d'innovation permettant le développement et la croissance de l'économie régionale et qui nécessite une intervention ciblée des politiques publiques. C'est un cadre stratégique régional qui favorise la concentration des ressources publiques dans des activités particulières. L'idée est de prioriser et de soutenir de manière préférentielle des activités économiques en particulier, potentiellement prometteuses en termes de découverte, de retombées de connaissances et de changements structurels (Foray et al, 2009). Selon Foray (2013) ces activités peuvent couvrir une nouvelle technologie, discipline, domaine ou sous-système. Elles doivent générer économies d'échelle et d'agglomération et favoriser des processus d'apprentissage. La spécialisation intelligente s'appuie sur deux éléments fondamentaux : ce sont les activités qui sont visées par la spécialisation intelligente (ni les secteurs proprement dits, ni une seule entreprise), et ce sont les acteurs privés qui détectent les opportunités entrepreneuriales (processus de découverte entrepreneuriale), notamment les opportunités technologiques et commerciales, et non les pouvoirs publics (OECD, 2013). La planification publique joue plutôt un rôle dans l'orientation des secteurs privés par la mise en place de méthodes et des moyens assurant les conditions nécessaires à la découverte entrepreneuriale (elle aide les décideurs à identifier les domaines souhaitables) (Foray, 2013).

Le processus de spécialisation intelligente implique (Foray, 2014, p, 9) : a) l'identification des points focaux permettant la « connectivité » entre la recherche et l'industrie (ou l'agriculture ou les services) qui est cruciale à l'émergence d'une nouvelle activité ; b) le soutien de ces nouvelles activités en favorisant la création de réseaux/clusters et en assurant la coordination entre investissements complémentaires associés à cette nouvelles activités ; c) et l'évaluation du progrès (efficacité de la R&D, capacités d'innovation, changements structurels...). Les résultats de ce processus devraient donc être bien plus qu'une « simple » technologie mais des activités/projets innovants qui complètent le actifs productifs existants et qui participent à la croissance de l'économie locale dans son ensemble. L'intervention publique ne devrait plus viser les grands gagnants (industrie motrice) et la spécialisation dans des secteurs en déclin.

Selon Boschma et Gianelle (2014), une politique de smart specialization génère une diversification spécialisée dans des technologies connexes est donc une variété connexe. En effet, différentes logiques de diversification connexes peuvent être identifiées (Foray, 2013) : a) une logique de transition qui se caractérise par l'émergence d'un nouveau domaine à partir d'un bien commun industriel existant (R & D, ingénierie et capacités de fabrication qui soutiennent l'innovation) ; b) une logique de modernisation qui renvoie à l'impact d'une nouvelle technologie sur l'efficacité et la qualité d'un secteur existant/traditionnel ; c) et une logique de diversification qui concerne l'identification de synergies potentielles profitables à partir de la combinaison d'une activité existante et d'une nouvelle.

En général, la spécialisation intelligente permet de développer à partir de l'histoire et des ressources locales des territoires, de nouvelles activités économiques connexes permettant de modifier la trajectoire du territoire.

En s'appuyant sur les notions de variété connexe et spécialisation intelligente, nous considérons dans ce travail que l'écologie industrielle qui est source de création de synergies éco-industrielles à partir des activités existantes au sein d'un territoire industriel, peut contribuer à une diversification « intelligente » de ce dernier. Par quels mécanismes l'écologie industrielle peut-elle être un outil de diversification « intelligente » ? Notre objectif est de répondre à cette question dans la partie suivante.

2. L'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE COMME MILIEU ECO-INNOVATEUR...VERS LA DIVERSIFICATION DES TERRITOIRES INDUSTRIELS

2.1. Ecologie industrielle et territoire industriel : une relation « particulière »

L'écologie industrielle est une démarche étroitement liée aux territoires industriels. Selon Erkman (1998) cette expression est considérée comme un oxymore, « Écologie » fait référence à l'écologie scientifique, l'étude des écosystèmes, et « Industrielle » désigne la société industrielle contemporaine dans son ensemble. L'écologie industrielle s'inscrit dans les activités industrielles, elle regroupe un ensemble de pratiques qui visent à réduire les rejets industriels polluants. Elle favorise la transition du système industriel vers un système viable, inspiré par le fonctionnement des écosystèmes naturels (Frosch, Gallopoulos, 1989 ; Allenby, 1992). L'expression d'écologie industrielle a été popularisée dans les années 1990 suite à la publication de l'article de Robert Frosch et Nicholas Gallopoulos (deux ingénieurs chez General Motors). Elle a été ensuite institutionnalisée en 1991 par la National Academy of Science et en 1997, par la naissance d'une revue Journal of Industrial Ecology (Vivien, 2003).

Selon Frosch et Gallopoulos (1989) la pollution et l'épuisement des ressources naturelles engendrées par les activités industrielles, doivent conduire à remettre en cause le modèle de développement des économies industrielles. Ces auteurs considèrent qu'il *est nécessaire de passer d'un système industriel traditionnel à un écosystème industriel* : « *Dans le système traditionnel, chaque opération de transformation, indépendamment des autres, consomme des matières premières, fournit des produits que l'on vend et des déchets que l'on stocke ; on doit remplacer cette méthode simpliste par un modèle plus intégré : un écosystème industriel* » (Frosch et Gallopoulos, 1989, p. 106).

La mise en place de l'écologie industrielle s'appuie sur quatre leviers d'actions (Erkman, 2004) : La valorisation systématique des déchets et des sous-produits, la minimisation des pertes par dissipation (énergie, émissions polluantes...), la dématérialisation de l'économie (qui se traduit par le remplacement des produits par des services), et la décarbonisation de l'énergie. L'auteur estime que, contrairement à l'approche end of pipe, l'écologie industrielle propose des actions et des solutions concrètes permettant la mise en place du développement durable.

L'écologie industrielle a été historiquement appliquée aux territoires industriels, son implantation implique une analyse du métabolisme industriel (Ayres, 1989). Cette approche du métabolisme industriel permet d'étudier quantitativement et qualitativement les caractéristiques physiques du système industriel, à savoir les flux et les stocks de matières

nécessaires au fonctionnement des activités industrielles (Erkman, 2004). Il s'agit de « *l'étude de l'ensemble des composants biophysiques du système industriel. Cette démarche, essentiellement analytique et descriptive, vise à comprendre la dynamique des flux et des stocks de matière et d'énergie liés aux activités humaines, depuis l'extraction et la production des ressources jusqu'à leur retour inévitable, tôt ou tard dans les processus biochimique* ». (2004, p, 12-13). Elle permet de comprendre et de décrire la totalité de ces flux de matière et d'énergie, ainsi que de retracer leurs itinéraires et leurs dynamiques complexes (Erkman, 2007). L'étude du métabolisme industriel constitue donc un préalable indispensable à l'écologie industrielle.

Les flux de matières et d'énergie identifiés suite à l'analyse du métabolisme industriel favorisent la création de symbiose industrielle.

La notion de symbiose industrielle (Chertow, 2000) se caractérise par l'établissement des synergies éco-industrielles entre les acteurs et représente la mise en place concrète des démarches d'écologie industrielle impliquant des acteurs localisés sur un espace géographique défini. Elle 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 d'une entreprise deviennent des ressources pour d'autres. On distingue deux formes de synergies éco-industrielles : les synergies de substitution qui consistent à substituer un flux entrant neuf par un flux sortant d'une autre entreprise qui est mal ou pas du tout valorisé ; les synergies de mutualisation qui reposent sur la mutualisation des flux entre les entreprises (l'approvisionnement en commun de matières premières, produits finis... ; la mutualisation de services aux entreprises : collecte et traitement collectifs des déchets, transport collectif...; le partage d'équipements et de ressources : unité de traitement de flux de déchets, etc.).

L'émergence de la première symbiose industrielle, issue de l'implantation de l'écologie industrielle, a eu lieu à Kalundborg dans les années 1960. C'est une petite ville située en bord de mer à 100 Km à l'ouest de Copenhague. Kalundborg dispose d'un territoire industriel accueillant de grandes entreprises fortes consommatrices de matières premières. Cette forte consommation des ressources naturelles a poussé les entreprises à mettre en place des projets d'écologie industrielle. Des synergies éco-industrielles se sont ainsi construites graduellement et ont formé un réseau autour de cinq entreprises proches géographiquement et de la municipalité. Le cas de la symbiose de Kalundborg représente aujourd'hui un modèle de mise en place de l'écologie industrielle dans le monde académique en vue des bénéfices économiques et environnementaux issues de cette dernière. Toutefois, de nombreuses expériences d'écologie industrielle ont été identifiées dans le monde industriel à partir des années 1990 (notamment, le cas du territoire industrialo-portuaire de Dunkerque).

Les travaux sur l'écologie industrielle s'appuient sur deux visions opposées mais complémentaires (Frosch et Gallopoulos, 1989; Allenby, 1992; Ayres, 1995 ; Erkman, 1998, 2004, 2007 ; Hilde, Keitsch, 2006). Une vision technico-scientifique (ingénierie) se concentre principalement sur l'étude des caractéristiques physiques des flux de matière et d'énergie et de leur intégration dans le processus de production. Et une vision socio-économique qui s'intéresse surtout à l'initiation et la pérennisation des synergies entre les acteurs (Chertow, 2000 ; Ehrenfeld, 2004; Baas, Boons, 2004). La recherche française sur l'écologie industrielle met particulièrement l'accent sur la dimension territoriale et utilise à cet effet le terme « d'écologie industrielle et territoriale » (Buclet, 2011). Les travaux mettent en avant la contribution de l'écologie industrielle au développement territorial. Ils portent sur 1) le rôle de

l'écologie industrielle dans la définition d'un projet de territoire (Beurain, 2008, Beurain, Brulot, 2011), 2) le rôle des acteurs et les échelles territoriales (Maillefert, Robert, 2014 ; Cerceau, Junqua et al., 2014), 3) les interactions entre acteurs et les difficultés qu'elles posent (Brulot, Maillefert, Joubert, 2014). Toutefois, selon nous, la relation entre l'écologie industrielle et le développement territorial est plus affirmée que démontrée dans la littérature (RRI, 2015 ; Kasmi et al, 2017). Nous cherchons donc, dans ce travail, à expliquer les mécanismes par lesquels l'écologie industrielle peut jouer un rôle actif dans la construction d'un « milieu éco-innovateur » permettant d'orienter le territoire vers des dynamiques de diversification.

2.2. L'écologie industrielle comme milieu éco-innovateur : vers une diversification « intelligente »

2.2.1. Ecologie industrielle et milieu éco-innovateur

La mise en place concrète de l'écologie industrielle implique des acteurs localisés sur un territoire donné. Elle est représentée par la notion de symbiose industrielle. Selon Chertow (2000), une symbiose industrielle « *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.* » (2000 p.2). Les relations qui lient les acteurs dans cette symbiose industrielle sont appelés synergies éco-industrielles. En effet, pour former une symbiose industrielle et se distinguer des autres types d'échanges entre les acteurs territoriaux, ces synergies doivent associer au moins trois acteurs différents qui s'échangent au moins deux ressources (Chertow, 2007).

L'implantation de l'écologie industrielle sur un territoire donné apparaît comme un outil de développement d'un « milieu éco-innovateur » (Kasmi, 2017). En effet, les relations symbiotiques issues de l'écologie industrielle peuvent être rapprochées du concept du milieu innovateur, qui montre comment l'innovation peut émerger des relations de proximité entre acteurs eux aussi localisés sur un territoire donné (Maillat et al, 1993, Uzunidis, 2007). Le GREMI (Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs, créé par Philippe Aydalot et regroupant une vingtaine d'équipes de chercheurs européens et américains) définit 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). En effet, un milieu générateur de dynamiques d'innovations est milieu qui se caractérise par : un collectif d'acteur cohérent ; d'une capacité d'apprentissage ; d'un capital relationnel et des normes et règles favorisant l'encadrement favorable des comportements des acteurs. Il est également générateur des effets d'agglomération renforcés par l'articulation des formes de proximité (géographique, organisationnelle et cognitive) et s'appuie sur une gouvernance territoriale efficace.

Nous considérons que la symbiose industrielle partage les principales caractéristiques et composantes du milieu innovateur (voir tableau 1). De plus, par le biais des innovations environnementales (ou éco-innovations) qu'elle génère, elle apporte une dimension supplémentaire, « durable », au milieu innovateur.

Tableau 1 : 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
Capital relationnel	Constitution de réseaux dynamiques territorialisés	Création de réseaux éco-industriels (ex : parcs éco-industriels)
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
Ressources spécifiques	Ressources spécifiques : matérielles, humaines, financières, technologique, informationnelles... etc.	Création de ressources spécifiques grâce à la réutilisation des flux de matières ou d'énergie (humaine, financière, matérielles, etc.)
Formes de proximité	<ul style="list-style-type: none"> - Géographique : économies d'échelles externes (intrants, services, infrastructures...) -Organisationnelle : organisation des interactions, action collective - cognitive : partage et diffusion de connaissance nouvelles 	<ul style="list-style-type: none"> - Géographique : collecte et mutualisation des déchets, (réduction des coûts de transport et approvisionnement...) - Organisationnelle : meilleure coordination des échanges de flux - Cognitive : partage d'informations, connaissances et bonnes pratiques liées à la mise en place de l'EI
Réglementation (normes, règles, valeurs)	Encadrement des comportements et décisions des acteurs économiques	Organisation des démarches d'écologie industrielle grâce aux lois, règles et réglementations environnementales
Gouvernance territoriale	Organisation et coordination des interactions des acteurs	Développement d'une gouvernance territoriale des projets d'écologie industrielle : coordination efficace des acteurs, instauration d'un climat de confiance (contrats...)

Source : Kasmi, 2017

La symbiose industrielle intègre un collectif d'acteurs qui se caractérise par une cohérence et une cohésion économique. Par les échanges de flux de matières et d'énergie, de substitution ou de mutualisation, elle rapproche des industries qui opèrent dans secteurs d'activités différents (Chertow, 2000). Un déchet ou sous-produit issu d'un processus de production d'une entreprise devient une ressource pour une autre, garantissant ainsi l'optimisation des coûts (d'approvisionnement, transport, etc.) et la création d'un avantage compétitif (Chertow, 2004). Dans le cadre de la symbiose industrielle, la coopération est un ingrédient essentiel et

les acteurs sont liés par les synergies éco-industrielles. Celles-ci permettent le développement d'un capital relationnel favorisant la constitution de réseaux. Ce capital relationnel s'appuie en effet sur la combinaison et la gestion collective des ressources spécifiques par les acteurs locaux (entreprises, institutions, centres de recherche, associations, etc.). Dans ce contexte, la mise en place de l'écologie industrielle est une action collective qui nécessite une communication claire, collaboration et une bonne coordination des acteurs locaux (Baas, Boons, 1997, Beaurain, Brullot). Elle met ces derniers en relations symbiotiques formant ainsi des réseaux basés sur la coopération et la confiance. Ces réseaux peuvent regrouper des relations très limitées (par exemple lorsque l'eau chaude d'une industrie est utilisée pour le chauffage des habitations adjacentes), ou bien, ils peuvent prendre la forme d'écosystèmes industriels complexes dans lesquels des infrastructures, habitations et produits sont conçus de manière à fonctionner de façon cyclique (Chertow, 2000; Allenby, 2006). On peut citer l'exemple des « parcs éco-industriels »⁴, dans lesquels la mise en réseau des acteurs pourrait conduire à la réduction des incertitudes (conflits, coûts...). Les acteurs bénéficieront d'une infrastructure partagée, des flux d'informations fluides, de bénéfices communs, d'une réglementation qui encadre favorablement leurs comportements permettant réduire les conflits entre ces derniers... (Chertow, 2000).

L'utilisation rationnelle des ressources naturelle dans la symbiose industrielle permet de créer une dynamique d'acteurs favorisant le développement de nouvelles connaissances. 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 réutilisation des flux (Diemer, 2012). Les acteurs modifient et adaptent leurs comportements grâce à l'acquisition et la production de nouvelles connaissances. Pour échanger des flux de matières ou d'énergie, les acteurs construisent des relations basées principalement sur le partage d'informations (ex : types, caractéristiques, volumes des déchets...), savoir-faire, pratiques, compétences, expériences, etc. ce qui donne lieu à un apprentissage collectif.

L'établissement des synergies éco-industrielles entre les acteurs donne naissance à des ressources spécifiques (Chertow, 2004, Diemer, 2012). Celles-ci peuvent être de nature, matérielle, financière, technologique ou humaine. L'intégration des flux de matières (eaux, déchets, vapeur...) et d'énergie dans le processus de production permet l'optimisation des ressources naturelles, mais favorise également la création de nouveaux produits ou services éco-conçus. Ce processus est à l'origine de l'émergence de nouvelles ressources financières, que ce soit par la réduction des coûts : d'achat de matières premières, de transport, de la recherche de fournisseurs, etc. ou par la réalisation de gains grâce à la vente de déchets. La réutilisation des flux de matières ou d'énergie permet le développement de nouvelles technologies, notamment, des technologies de recyclage et de valorisation de déchets/eaux. Ces technologies sont développées grâce à l'acquisition de nouvelles connaissances, pratiques ou expériences. De nouvelles ressources humaines peuvent émerger dans la cadre d'une symbiose industrielle. Cela peut se traduire par le développement de nouvelles compétences et qualifications ou par la création de nouveaux emplois.

⁴ Un parc éco-industriel peut être défini 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 » (Lowe et al 1996, p. 12)

Le maintien et le développement de ces synergies éco-industrielles reposent principalement sur les formes de proximité : géographique, organisationnelle et cognitive. En effet, 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. 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 formes de proximité dans la symbiose industrielle permet ainsi de générer des effets d'agglomération.

Enfin, la réglementation joue un rôle important dans l'organisation et l'encadrement de la symbiose industrielle. En prenant comme exemple 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 (Buclet, 2011). Dans ce contexte, les travaux portant sur l'écologie industrielle insistent sur le rôle de la gouvernance territoriale⁵, non seulement publique (réglementation, règles etc) mais aussi privée dans la génération et la pérennisation des interactions entre les acteurs (Schalchli, 2011 ; Brulot et al., 2014 ; Decouzon, Maillefert, 2013 ; Kasmi et al, 2017). Nous pouvons ainsi considérer que les externalités issues du milieu éco-innovateur et donc de la symbiose industrielle sont à l'origine d'une variété/diversité reliée du territoire. Les synergies éco-industrielles relient en effet les nouvelles entreprises à celles existantes.

2.2.2. De l'innovation aux éco-innovations

Comme le milieu innovateur, la symbiose industrielle peut elle aussi être décrite par les innovations générées, qui prennent ici la forme d'innovations environnementales ou éco-innovations (Kasmi, 2017). Ce sont les caractéristiques de ces innovations qui pourront donner à la symbiose industrielle la forme d'un milieu éco-innovateur. Une symbiose industrielle 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 propres aux milieux innovateurs (cf. tableau 1). De ce fait, elle représente un environnement propice à l'émergence des dynamiques d'éco-innovation. Les innovations engendrées par les symbioses industrielles sont des éco-innovations, innovations « vertes » ou innovations environnementales. Elles peuvent être définies 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)* » (Kemp, Pearson, 2007, p. 3). Les éco-innovations peuvent être de différentes natures (Galiegue, 2012) : de nature incrémentale, qui

⁵ La gouvernance territoriale peut être définie comme « l'ensemble des processus et dispositifs par lesquels les parties prenantes ou acteurs de différentes natures (productifs, associatifs, particuliers, représentants des pouvoirs publics ou des collectivités territoriales) contribuent à l'élaboration, parfois concertée, parfois conflictuelle, de projets communs pour le développement futur des territoires » (Torre, Beuret, 2012, p. 3)

consiste à améliorer une technologie existante, sans changer les usages et les pratiques, ou bien techno-fixe qui permet d'apporter des changements techniques radicaux qui préservent les pratiques existantes, ou encore transformatrices qui correspondent à la mise en œuvre de nouveaux systèmes technologiques, et qui nécessitent une reconfiguration complète des processus de production et des 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 qui intègre également les changements institutionnels, organisationnels et sociaux impliqués dans l'éco-innovation (Laperche et Levratto, 2012).

La symbiose industrielle peut donner lieu à des formes différentes d'éco-innovation, qui apportent des impacts importants sur l'environnement. En effet, les synergies éco-industrielle génèrent des éco-innovations :

technologiques de procédés permettent de réduire les impacts négatifs des processus de production sur l'environnement (on peut citer par exemple : les technologies de contrôle de la pollution, de gestion et recyclage des déchets, tri magnétique par machine à courants de Foucault, etc.) ;

de produit permettent de prévenir ou de réduire la production de polluants et/ou la consommation des matériaux, ressources naturelles, énergie, etc. du processus de production (« éco-produits ») ;

organisationnelles permettent d'assurer une bonne organisation des échanges de flux de matières/énergie et de faciliter le développement des éco-innovations technologiques (des changements organisationnels peuvent être introduits grâce aux technologies de l'Information et de la Communication (TIC)). La combinaison de changements technologiques et organisationnels peut renforcer les relations symbiotiques entre les acteurs et apporter des bénéfices économiques et environnementaux élevés. Toutefois la pérennisation de ces relations repose sur des aspects institutionnels et commerciaux.

Les éco-innovations institutionnelles comprennent les changements apportés à l'ensemble des valeurs, normes et réglementations que partagent les acteurs dans un projet collectif de préservation des ressources naturelles (nouvelles lois liées à la gestion et valorisation des ressources...) et

les **éco-innovations commerciales** sont essentielles à la pérennisation des synergies elles se traduisent par la mise en place de méthodes nouvelles de promotion ou de tarification permettant d'assurer la rentabilité des produits/technologies ou services éco-innovants.

2.2.3. Vers une diversification « intelligente »

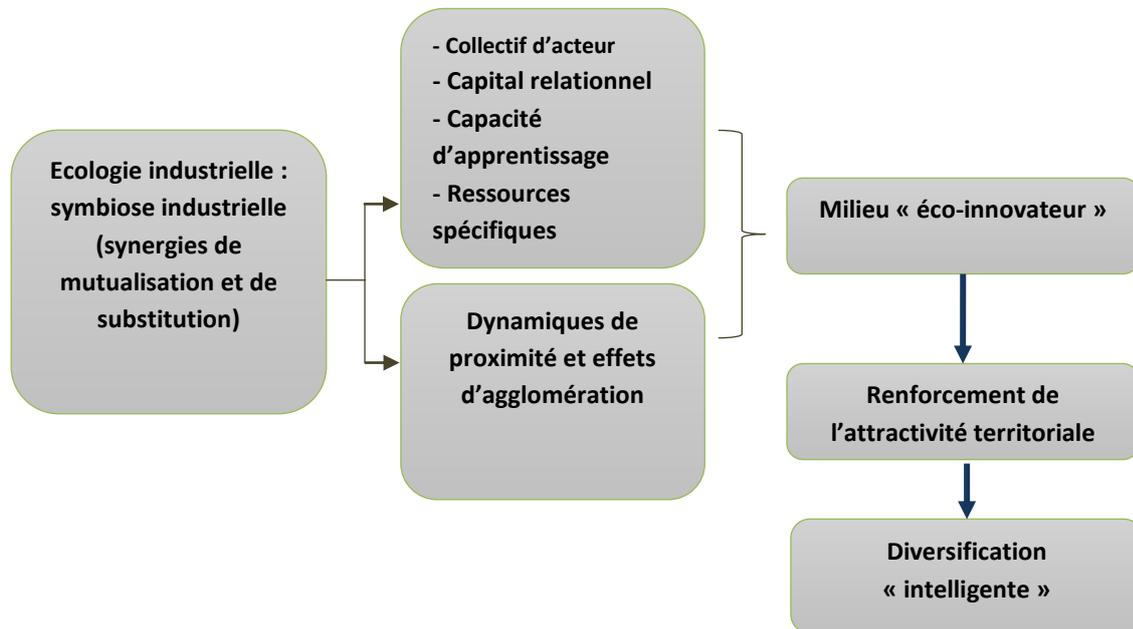
Les caractéristiques de la symbiose industrielle, que nous considérons ici comme milieu «éco-innovateur », ainsi que les effets d'agglomération qu'elle génère sont à l'origine de différentes formes d'externalités. Celles-ci sont à la fois statiques issues notamment de la spécialisation des compétences, infrastructures développées en commun, etc., mais elles sont aussi dynamiques du fait de la diversification des activités. En effet, le milieu éco-innovateur a un effet positif sur la stabilisation des activités économiques existantes, l'attractivité de nouvelles entreprises et l'émergence de nouvelles formes d'innovation (Kasmi et al, 2017 ; RRI, 2015). Les entreprises en place peuvent bénéficier d'économies d'échelle externes, issues de la taille et des caractéristiques du milieu éco-innovateur dans lequel elles sont insérées – économies en termes de coût du travail, infrastructures communes, flux de matières/énergie, sous-produit, base de connaissance commune diversifiée : partage de connaissances et compétences similaires ou complémentaires, apprentissage collectif, externalités éco-technologiques, réseaux de communication, etc.,– qui justifient leur maintien ou leur installation sur place. Ces externalités sont diffusées sur l'ensemble du tissu économique du territoire et non

seulement au sein d'un seul secteur d'activité dans la mesure où les échanges de flux de matière/énergie et l'établissement de synergies éco-industrielles permettent de relier des entreprises de différents secteurs.

Par conséquent, c'est l'ensemble de l'attractivité du territoire qui peut être renforcée par la mise en œuvre de stratégies d'écologie industrielle (schéma 1 ci-dessous). Une meilleure attractivité, c'est-à-dire « la capacité d'un territoire à être choisi par un acteur comme zone de localisation (temporaire ou durable) pour tout ou partie de ses activités » (Poirot et Gérardin, 2010, p. 27), permettra la diversification économique par le biais de la création de nouvelles filières (comme des filières de traitement de déchets et de transformation de ceux-ci en matières première utilisables par d'autres) ou bien par la création de nouvelles activités de services liées à la mise en place de l'écologie industrielle (prestataires de service : transport de déchets, logistique ; services d'aide à la décision : conseil, juriste, ingénieurs ; services larges de formation...) (RRI, 2015). Par la création d'externalités et d'actifs spécifiques sources d'économies d'agglomération, la symbiose industrielle renforce l'attractivité structurelle du territoire. De nouvelles entreprises sont créées ou s'installent sur le territoire pour profiter de ces externalités et actifs spécifiques (flux de matières, infrastructures, base de connaissance et de compétences etc.). Ainsi, par le biais de ses effets sur l'attractivité, nous pouvons considérer que les externalités issues du milieu éco-innovateur et donc de la symbiose industrielle seront à l'origine d'une variété reliée du territoire. Les synergies éco-industrielles relient en effet les nouvelles entreprises à celles existantes.

De ce fait, le développement de l'écologie industrielle peut s'appuyer sur une politique de spécialisation intelligente. L'écologie industrielle permet aux acteurs privés d'identifier, à partir des synergies, les opportunités entrepreneuriales porteuses de retombées de connaissances et d'externalités dynamiques qui nécessitent d'être soutenues et prioriser par l'intervention publique. En définitive, c'est la présence d'activités connexes liées à l'écologie industrielle et représentant une base pour la mise en place d'une politique de spécialisation intelligente efficace, qui va orienter la trajectoire du territoire vers une diversification « intelligente ». La diversification intelligente s'appuie en effet sur la variété reliée, développée grâce à l'émergence d'un milieu éco-innovateur.

Schéma 1 : Ecologie industrielle, milieu éco-innovateur : vers une diversification « intelligente »



Auteur

CONCLUSION

Nous considérons que l'écologie industrielle peut être un outil de développement de milieu éco-innovateur. En effet, selon nous la symbiose industrielle, partage les principales caractéristiques et composantes du milieu innovateur (voir tableau 1). De plus, par le biais des innovations environnementales (ou éco-innovations) qu'elle génère, elle apporte une dimension supplémentaire, « durable », au milieu innovateur.

Les caractéristiques de la symbiose industrielle définies plus haut et les éco-innovations qu'elle génère peuvent contribuer au changement de la trajectoire d'un territoire. Elles sont à l'origine de la création et de la diffusion d'externalités dynamiques de diversification. Ces externalités peuvent avoir un effet positif sur l'attractivité du territoire et favoriser ainsi une variété reliée (les entreprises nouvelles sont liées à celles existantes par les synergies éco-industrielles). L'écologie industrielle apparaît ainsi comme moteur de diversification « intelligente ». Cette hypothèse est actuellement testée sur le territoire de Dunkerque, territoire industriel à la recherche d'un nouveau souffle économique.

Toutefois, le développement d'activités diversifiées grâce à l'écologie industrielle se heurte à des limites qui regroupent des dimensions financières, humaines, réglementaires et institutionnelles, informationnelles et socio-économiques. Celles-ci freinent le développement et l'émergence de milieux «éco-innovateurs ». La nature complexe des relations économiques qui lient les acteurs locaux dans la symbiose industrielle peut être à l'origine de ces limites.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLENBY B., 2006, The ontologies of Industrial Ecology? Progress in Industrial Ecology - *An International Journal*, Vol. 3, Nos. 1/2, 2006.
- AMABLE, B., 2000, International specialisation and growth. Structural Change and Economic Dynamics, 2000, vol. 11 issue 4. Pp 413 - 431
- AIGINGER K., DAVIES W., 2004, Industrial specialization and geographic concentration: two sides of the same coin? Not for the European Union. *Journal Of Applied Economics*, Vol. Vii, No. 2. P. 231-248
- ARROW, KENNETH J., 1962, The Economic Implications of learning by Doing. *Review of Economic Studies*. Vol 29. P. 155-73
- AYDOLOT P., 1986, *Les milieux innovateurs en Europe*, GREMI, Paris.
- BAGOULLA C., 2006, Localisation industrielle et spécialisation. Les rôles des infrastructures, des coûts de production et de la taille de marché dans un cadre Nord Sud », *Revue économique*, vol. 57, No. 4, pp. 705-726.
- BEAURAIN 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, p.313-340.
- BEFFA J-L, 2005, *Pour une nouvelle politique industrielle*. La documentation Française (28 avril 2005). Rapports officiels.
- BERNARD G, LAPOINTE A, LAURIN F., 2003, Les économies d'agglomération et la croissance des régions dans l'union européenne », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, vol. avril, no. 2, 2003, pp. 209-234.
- BOONS F.A, BAAS L. W., 1997, Types of industrial ecology: the problem of coordination, *Journal of cleaner production*. Vol 5, p.79-86
- BUCLET N., 2011, *Ecologie industrielle et territoriale, Stratégies locales pour un développement durable*, Presses Universitaires du septentrion, Lille.
- BUSSON F, VILLA, 1994 Croissance et spécialisation CEPPII, Document de travail 94-12.
- BERNARD PHILIPPE J., 1964, La planification française. In: *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 19^e année, N° 3. pp. 558- 568
- BOSCHMA, R. (2004), Competitiveness of Regions from an Evolutionary Perspective, *Regional Studies*, vol 38, n°9, pp.1001-1014.
- BOSCHMA, R., FRENKEN, K. (2006), Why is Economic Geography not an Evolutionary Science? Towards an Evolutionary Economic Geography, *Journal of Economic Geography*, n°6, pp. 273-302.
- BOSCHMA, R., LAMBOOY, J. (1999), Evolutionary Economics and Economic Geography, *Journal of Evolutionary Economics*, vol 9, n°4, pp. 411-429.
- BOSCHMA, R., FRENKEN K. (2011), Technological Relatedness, Related Variety and Economic Geography, in Cooke P. et al., *Handbook of Regional Innovation and Growth*, Cheltenham, Edward Elgar, pp.187-210
- BOSCHMA R., IMMARINO S., 2007, Related variety and regional growth in Italy. *SPRU Electronic Working Paper Series*. Paper No. 162, Utrecht University, pp: 1 - 25
- BOSCHMA, R., GIANELLE C. (2014), Regional Branching and Smart Specialization Policy, S3 Policy Brief Series n°6/2014, S3 platform, JRC-IPTS, Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- COPPIN, ZIEL, MUDRAD, 2000, Développement portuaire et milieu innovateur, Document de travail N° 31 Lab.RII
- CHERTOW M., 2004, Industrial Symbiosis, in CLEVELAND C.J. (DIR.), *Encyclopedia of Energy*, Elsevier, Oxford, p. 407-415.

- CHERTOW M., 2007, “Uncovering” Industrial Symbiosis, *Journal of Industrial Ecology*. Vol 11, p. 11 – 30.
- CHENERY, H.B., Watanabe, T., 1958, International Comparisons of the Structure of Production, *Econometrica*, 26 (4), October, pp.487-521.
- COURLET C., SOULAGE B., 1994, *Industrie, territoires et politiques publiques*, L’Harmattan, Paris. p. 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, juin 13-14-15 2001.
- DALY, H., 1992, *Steady-State Economics*, Earthscan Publications, London.
- DECOUZON, C. ET M. MAILLEFERT, M. 2013. La gouvernance des démarches d’écologie industrielle. Un point de vue institutionnaliste. *3ème Congrès l’Association Française d’Economie Politique*, Bordeaux. p. 1-16.
- DEPRET M.-H. ET HAMDOUCH A., 2009, Quelles politiques de l’innovation et de l’environnement pour quelle dynamique d’innovation environnementale ? », *Innovations*, 2009/1 n° 29, p. 127-147.
- DESTANNE DE BERNIS G., 1966, Industries industrialisantes et contenu d’une politique d’intégration régionale », *Économie appliquée*, t. XIX, n° 3-4, Id, pp. 415-475.
- DESTANNE DE BERNIS G., 1968a, Industries industrialisantes et contenu d’une politique d’intégration régionale, *Économie appliquée*, t. XXI, n° 1, pp. 415-475.
- 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.
- DURANTON G., PUGA D, 2005, From sectoral to functional urban specialization. *Journal of Urban Economics*, N° 57. Pp, 343–370
- ELLAWANGER N, BOSCHMA, R., 2013, Who acquires whom? The role of geographical proximity and industrial relatedness in Dutch domestic M&A between 2002 and 2008, *Papers in Evolutionary Economic Geography (PEEG)* 1319;
- ERKMAN S., 1998, *Vers une écologie industrielle*, éditions Charles Léopold Mayer.
- ERKMAN, S. 2004. *Vers une écologie industrielle : comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle (2nd édition)*, Editions Charles Léopold Mayer, Paris.
- FREEMAN C, SOETE L., 1997, *The Economics of Industrial Innovation*, MIT Presse, 3ème édition, 480 pages.
- FORAY D., GOENAGA X., 2013, The Goals of Smart Specialization, *S3 Policy Brief Series*, European Union.
- FORAY D, 2013, Smart specialization and the New Industrial Policy agenda. Policy Brief N° 8, European commission, Innovation for Growth – i4g.
- FORAY D., 2014, Smart specialization, an Industrial Renaissance in Europe. Federation of Austrian Industries, Chair of Economics and Management of Innovation. Vienna, June 6th 2014. http://www.fiw.ac.at/fileadmin/Documents/Veranstaltungen/16._Workshop/session-iii-smart-specialisation.pdf
- FRENKEN K. VAN OORT F., VERBURG T. (2007), Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth, *Regional studies*, Vol41.5, pp. 685-697.
- FROSCH, R.A., GALLOUPOLOS N.G. 1989. Strategies for Manufacturing. *Scientific American*. 261, 3: 144-152.
- FROSCH, R.A., GALLOUPOLOS N.G. 1989, Des stratégies industrielles viables. Pour la science N° 145 ; PP, 106 – 115.

- FUJITA M, THISSE J-F., 2003, *Economie des villes et de la localisation*, Bruxelles, De Boeck Supérieur.
- FUJITA M, KRUGMAN P, VENABLES A, 2001, *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge, MA: MIT Press.
- GALLAUD D., LAPERCHE B., 2016 *Economie circulaire et circuits courts écologie industrielle*. ISTE éditions Ltd.
- 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.
- GLAESER, E. L., KALLAL, H. D, SCHEINKMAN, J. A., SHLEIFER A, 1992, Growth in Cities. *Journal of Political Economy*, 100(6). Pp: 1126-1152.
- GILLY J-P et LUNG Y, 2005 Proximités, secteurs et territoires ; *Cahiers du GRES*, Cahier n° 2005 – 09
- GRABHER, G. (1993), *The Embedded Firm: On the Socio-economics of Industrial networks*. Routledge, London.
- 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, *Revue francophone d'écologie urbaine et industrielle*, Mars 2013.
- HOOVER, E. M., 1937, *Location Theory and the Shoe and Leather Industries*. Harvard University Press: Cambridge MA.
- HUMMELS D. ET P. KLENOW, 2005, The variety and quality of a nation's exports, *American Economic Review*, 95(3) pp, 704-723.
- HENDERSON V., KUNCORO A., TURNER M., 1995, Industrial Development in Cities, *Journal of Political Economy*, Vol. 103, n° 51, pp. 1067-1090.
- HENDERSON V., 1997, Externalities and Industrial Development. *Journal of Urban Economics*, Vol 42, n° 3. pp. 449-470
- HILDE N., KEITSCH M., 2006, Une approche objective de la durabilité ? Théorie des implications scientifiques et politiques de l'écologie industrielle », *Ecologie & politique* 2006/1 (N°32), p. 141-152.
- KASMI F., 2017, La symbiose industrielle : un milieu innovateur « durable » ?, in Boutillier S. et al, *Entrepreneuriat et innovation : Contextes et concept*, Business and Innovation, Peter Lang, Bruxelles.
- KASMI F., LAPERCHE B., MERLIN-BROGNIART C., BURMEISTER A. 2017, Ecologie industrielle, trajectoire territoriale et gouvernance : quels enseignements à partir du cas de Dunkerque (Nord- France). A paraître en 2017 dans la *Revue Canadienne des Sciences Régionales* CNRS. Rang 3.
- KASMI F., LAPERCHE B., MERLIN-BROGNIART C., BURMEISTER A., 2015, Ecologie industrielle, trajectoire territoriale et gouvernance : quels enseignements à partir du cas de Dunkerque (Nord – France) ?, document de travail RRI, n° 46. <https://riifr.univ-littoral.fr/wp-content/uploads/2015/06/doc46.pdf>
- KEMP R, PEARSON P., 2008eds, *Final report MEI project about measuring eco-innovation*. STREP. Pp, 1 -120. <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>.
- KRUGMAN, P., 1991, *Geography and Trade*, MIT Press, Cambridge.
- LAJUGIE, J., 1985, L'élaboration de la théorie économique spatiale et l'apparition de la politique d'aménagement du territoire et de développement régional, in : Lajugie J., Delfaud P. et Lacour C., *Espace régional et aménagement du territoire*, Paris, Dalloz, 2e édition, 987 p., 1er Partie, pp. 5-166.
- LAPERCHE 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. <https://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.

JACOBS J., 1969, *The economies of cities*, Vintage, New York, NY.

JACOBS J., 1984, *Cities and the Wealth of Nations*, New York, Vintage Books.

MARSHALL, A., 1920, *Principles of Economics*. Macmillan: London.

MARSHALL A., 1890, *Principles of Economics*, Macmillan, Londres,.

MARTIN R., 2011, Regional economies as path-dependent systems: some issue and implications. in Cooke P. et al., *Handbook of Regional Innovation and Growth*, Cheltenham, Edward Elgar, pp.198 - 210

MARTIN P, OTTAVIANO G-I-P, 1999, "Growing locations: Industry location in a model of endogenous growth", *European Economic Review*, n°43, p.281-302.

MORVAN Y., 1972, *La concentration de l'industrie en France*, Paris, Calmann-Lévy, p. 316.

OCDE (2011), « Spécialisation sectorielle », dans *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE 2011*, Éditions OCDE, Paris.

OHLIN, B., 1933, *Interregional and International Trade*. Harvard University Press: Cambridge, MA.

PORTER, M., 1990, *The Competitive Advantage of Nations*. Free Press: New York.

PORTES, A., LANDOLT, P., 1996, Unsolved Mysteries: The Tocquevielle Files II, *The American Prospect*, vol 7, n°26, pp. 18-21.

PERROUX F., 1955a, « Note sur la notion de pôle de croissance », *Economie appliquée*, janvier-juin, pp. 307-320.

PERROUX F., 1961, La firme motrice et la région motrice, in *Cahiers de l'ISEA, Série AD*.

PRAGER, J-C, 2015, La dynamique économique des territoires. Une introduction », *Revue de l'OFCE 2015/7* (N° 143), p. 13-74.

PERROUX F, 1964, *L'économie du XXème siècle*, PUF, 2e édition, 692p.

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.

TRAIMOND P., 1968, Le renouvellement de la théorie du rôle des industries motrices dans le développement », *Revue économique*, volume 19, n°2, pp. 268-301.

UZUNIDIS D., 2007, Entreprises, Entrepreneurs et milieux innovateurs : quelles politiques territoriales de compétitivité ?, *Humanisme et Entreprises*, n° 28, octobre, p. 57-73.

ZIEL J, 1998, Attractivité et reconversion industrielle : les investissements directs à Dunkerque. Document de travail Lab.RII N° 18, pp. 2-53