

L'écologie Industrielle Comme Processus du Développement Territorial: Une Nouvelle Approche de la Gestion des Déchets

Industrial Ecology as Territorial Development Process: a Retrospective Approach to Waste Management

علم البيئة الصناعية (البيئة الصناعية) كمدج للتنمية الإقليمية: منهج استذكاري لتسيير النفايات

^(A)Nadia DORBANE, ^(B) Pr Brahim GUENDOUZI

^(A) Maître Assistante Classe A, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, nadiadorbane@yahoo.fr

^(B) Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, brahguen@yahoo.fr

Abstract

Building on the functioning of natural ecosystems (biological), industrial ecology aims to limit the impact of economic activity on the environment and support the transition of the current industrial society to the operating modes moresustainable. Contrary to the current economy,qualified as linear, which on one hand, depletes natural resources and on the other, accumulating waste; industrial ecology considers waste as a reservoir of raw materials to be exploited. This leads to doubting about the current patterns of production and consumption.

This article essentially aims to highlight the contribution of the theoretical framework for understanding the industrial society as a natural ecosystem for the rational management of resources and optimal use of waste.

Keywords : *Industrial Ecology, Waste, Natural Resources, Environment, Sustainable Development, Ecosystem.*

الملخص

بناء على أداء النظم البيئية الطبيعية (البيولوجية) يهدف علم البيئة الاقتصادية (البيئة الاقتصادية) الى الحد من تأثير النشاط الاقتصادي على البيئة ومصاحبة انتقال المجتمع الصناعي الحالي الى نظم عمل أكثر استدامة.

على عكس الاقتصاد الحالي المؤهل بالخطية الذي يستنزف الموارد الطبيعية من جهة ومن جهة أخرى يكس النفايات. يعتبر علم البيئة الصناعية النفايات كمستودع للمواد الأولية القابلة للاستغلال وهذا يقود الى التشكيك في الأنماط الحالية للإنتاج والاستهلاك.

هذا المقال أساسا الى تسليط الضوء على مساهمة الإطار النظري لفهم المجتمع الاقتصادي كنظام بيئي طبيعي للتسيير العقلاني للموارد (الإدارة الرشيدة للموارد) لاسيما الاستخدام الأمثل للنفايات.

الكلمات المفتاحية: *المستدامة التنمية، الطبيعية الموارد، النفايات، الصناعية البيئة.*

Introduction

En s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels (biologiques), l'écologie industrielle a pour objectif de réduire l'impact de l'activité économique sur l'environnement et d'accompagner ainsi la transition de la société industrielle actuelle vers des modes de fonctionnement plus rationnelles et durables.

Traditionnellement, l'impact des activités humaines sur l'environnement est simplement réduit au problème de pollution et/ou des déchets. Cette conception classique fait référence au concept des externalités développé par A. MARSHALL, au début du XXème siècle, succédé par Arthur Cecil Pigou qui a proposé d'internaliser les effets externes d'une activité économique par un système de taxation (L. ABDELMALKI et P. MUNDLER, 2010). La solution traditionnelle proposée consiste, donc, à traiter ces déchets en fin de leur cycle de vie. C'est ce que les économistes désignent, habituellement, par l'expression anglaise *end of pipe* (*au bout du tuyau*). S. ERKMAN qualifie cette approche gestion des déchets de simpliste qui découle de l'économie linéaire.

Durant les années 1980, la question de la gestion des déchets a été revisitée par les tenants de l'économie écologique en faisant un rapprochement entre la science du vivant et les sciences sociales (A. MISSEMER, 2013).

Ce rapprochement est mis en évidence par S. ERKMAN dans le concept d'écosystème industriel ou de l'écologie industrielle.

A l'échelle d'un territoire, une démarche d'écologie industrielle permet de réduire l'impact des activités anthropiques, en particuliers économiques, sur l'environnement. En effet, le territoire devrait être géré dans une optique éco-systémique, c'est-à-dire dans le respect des écosystèmes naturels qui l'entourent ou qui sont en son sein. Il doit être considéré comme un écosystème qui ne doit pas détruire son environnement formé des autres écosystèmes.

Quelles seraient alors les conséquences pour les territoires de la création des écosystèmes industriels? Leur tissu économique serait-il modifié par une

nouvelle logique de localisation des entreprises? Quel nouveau paysage pourrait offrir un « territoire durable » dans une optique éco-systémique? Quelles seraient alors les nouvelles formes de gouvernance tant pour les entreprises que pour les territoires ou les collectivités soucieux de promouvoir un développement durable?

Nous analyserons dans une première partie, après avoir retracé l'évolution de la société industrielle et ses impacts sur l'environnement, le mode de fonctionnement des industriels, associations entre entreprises dont l'objectif est de minimiser les prélèvements en ressources sur l'environnement ainsi que les rejets de déchets. Il s'agit d'imiter les écosystèmes naturels de telle sorte que les déchets de certaines entreprises deviennent des ressources pour les autres. La seconde partie concernera le territoire durable, considéré comme un écosystème respectueux de son environnement.

1. De la société industrielle à l'écologie industrielle

Après avoir rappelé les impacts de la société industrielle sur son environnement, en particulier, depuis la révolution industrielle, nous présenterons les objectifs et les principes de fonctionnement de cette nouvelle approche : écologie industrielle, ayant pour ambition de limiter les effets de la société industrielle sur son environnement qui l'abrite.

1.1 Société industrielle : incidences sur l'environnement et modalité de gestion des problèmes de pollution et des déchets

Cette partie propose de présenter les principales interactions problématiques entre l'activité humaine, en particulier économique et son environnement ainsi que les solutions mise en œuvre jusqu'à pour les gérer.

1.1.1 Evolution de la société industrielle et son impact sur l'environnement

La révolution industrielle du 19ème siècle a transformé la société « artisanale » en société industrielle. Cette dernière est qualifiée d'industrielle « ... à cause de ce mode de production qui la caractérise : organisé et divisé en plusieurs sous-tâches pour la production des grandes quantités de biens. Elle regroupe toutes les composantes de l'activité humaine actuelle : appareil

de production, système de distribution, services publics, privés, agriculture, collectivités, transport, habitat, ... » (C. ADOUE, 2007, P2).

Trois facteurs principaux ont permis le passage de la production artisanale à la production industrielle : le progrès technique ayant permis de créer de nouveaux procédés de production, l'usage de l'énergie fossile (charbon, pétrole, essentiellement des ressources non renouvelables) comme moteur de l'activité humaine et une « meilleure » organisation de nouvelles procédures qu'ont réalisés des productions de masses (C. ADOUE, 2007).

Dans la conception traditionnelle de l'activité économique, qualifiée de linéaire (B. DE GUILLEBON et P. NOLLET, 2013), les ressources naturelles prélevées dans l'environnement sont considérées illimitées. De même, l'environnement est supposé capable d'absorber les déchets et la pollution à la fin de processus de production et de consommation de manière illimitée. L'origine de cette vision est la conception mécaniste de l'époque, où l'univers est assimilé à une horloge caractérisée par la mécanique, la réversibilité et le retour éternel (S. FAUCHEUX S. et J-F. NÖEL, 1995).

La production des biens et services, leur consommation et leur mise en rebut s'accompagnent inévitablement des effets négatifs sur l'environnement en amont (par l'extraction et l'épuisement des ressources naturelles) et en aval (par la pollution et les déchets).

Pour les auteurs écologistes, les impacts environnementaux de l'activité économique, voire humaine en général, sont essentiellement liés à la circulation des flux de matières et d'énergie qui alimentent le fonctionnement de la société industrielle.

Toutes les opérations de manipulations de ces flux, de l'extraction des matières premières jusqu'à l'utilisation finale du produit, génèrent des impacts sur la biosphère (1). Ces impacts apparaissent essentiellement sous forme de pollution et de déchets, perceptibles essentiellement au niveau local. Les exemples sont nombreux. Le stockage des déchets sur des décharges non contrôlées (pratique très répandue en Algérie)

génère des produits chimiques, des effluents liquides et gazeux qui risquent de contaminer les nappes phréatiques, le sol et l'air. De même, une mauvaise filtration de fumées d'un incinérateur d'ordures pollue l'air.

La pollution de l'aire peut faire disparaître une espèce d'insecte ayant une place essentielle dans la chaîne alimentaire. C. ADOUE qualifie ce phénomène de « réactions en chaîne ». Cet auteur affirme qu'environ 30% des espèces vivantes pouvaient avoir disparues d'ici 2030 (C. ADOUE, 2007, P40). De même, une décharge ou un incinérateur qui rejette des gaz toxiques présente des impacts sanitaires pour les riverains soit directement ou indirectement par les réactions en chaîne (le cas de la vache folle est souvent cité comme exemple).

Ces dégradations environnementales, sous l'effet des activités anthropiques, vont également avoir un impact sur la relation entre l'homme et ses propres activités. Les populations concernées par un projet d'installation industrielle, d'infrastructure, de traitement des déchets (décharge, usine de compostage, incinérateur, ...), réagissent (2) de manière négative pour des motivations diverses : protection de la santé publique, du paysage, de l'écosystème, du patrimoine immobilier, ... Cet impact social peut se traduire par un rejet collectif d'un projet ou d'une installation : c'est le syndrome *NIMBY* (*Not In My Back Yard : Pas dans mon jardin*). En vue de prévenir ce blocage, la concertation en toute transparence avec les riverains en amont du projet est plus qu'indispensable.

La croissance des activités économiques corrélée à la croissance démographique, qui consomme essentiellement de l'énergie produite à partir du carbone d'origine fossile (pétrole, gaz, charbon) engendre la concentration de CO₂, cause de réchauffement climatique, de gaz à effet de serre, de trou dans la couche d'ozone. Ces problèmes sont qualifiés d'impacts globaux (problèmes environnementaux globaux), du fait qu'ils ne sont pas perceptibles localement.

Conscient des problèmes environnementaux causés par ses activités, l'Homme a développé certains nombres d'outils administratif, technique et organisationnel, qui consistaient entre autres à

dépolluer l'environnement.

1.1.2 End of pipe : Approche traditionnelle de gestion de problèmes environnementaux

Traditionnellement, l'impact des activités humaines est réduit essentiellement au problème de pollution de l'environnement (L. ABDELMALKI et P. MUNDLER, 2010). La solution préconisée est de traiter la pollution par divers dispositifs techniques intervenant en fin du processus, ce qui est désigné habituellement par l'expression anglaise « end of pipe », c'est-à-dire « au bout du tuyau ».

« *L'approche end of pipe consiste à minimiser la pollution et les quantités de déchets en agissant à la fin du processus de production (et de consommation) et en se plaçant toujours, par conséquent, dans une optique linéaire des activités humaines* » (J. POIROT, 2007, P3). Cette approche s'est développée, selon S. ERKMAN (2001), dans le cadre d'une stratégie administrative et sectorielle. Le traitement des différentes catégories de déchets (déchets solides et urbains, déchets hospitaliers, déchets dangereux et toxiques, la pollution atmosphérique, ...) relève chacune de législation, de contrôle administratif (des collectivités locales, des services des eaux, de la santé publique, des entreprises,...) et de traitement techniques spécifiques (incinération, compostage, mise en décharge, ...). Il en résulte que la solution d'un problème de pollution n'est que son transfert sur d'autres domaines. En d'autres termes, la dépollution consistait simplement à déplacer la pollution, dans le sens où « le traitement d'un déchet primaire entraîne l'apparition d'un déchet secondaire souvent toxique également, dont le traitement pourra produire d'autres déchets jusqu'à ce qu'on aboutisse à des déchets ultimes, dangereux souvent stockés, mais qui inéluctablement pollueront ultérieurement l'environnement » (J. POIROT, 2007). Par exemple, l'incinération des déchets solides permet de réduire considérablement leur volume, mais le stockage des cendres d'incinération et l'infiltration des gaz toxiques, sont d'autres déchets qui présentent également des problèmes environnementaux.

Bien que cette approche ait rendue d'indéniables services ces dernières années, même si elle parvient

à réduire considérablement la masse des déchets, elle présente de nombreuses limites résumées par S. ERKMAN (2004) comme suit :

- **Elle est cloisonnée** : Comme nous l'avons souligné précédemment, le traitement de la pollution et des déchets relève de plusieurs administrations. Ce cloisonnement institutionnel rigide risque de renforcer cette approche sectorielle des problèmes environnementaux au lieu de développer une approche plutôt globale et intégrer.

- **Elle est incrémentale** : Cette approche procède souvent par des petites améliorations graduelles, elle tend ainsi à renforcer l'usage des technologies anciennes et rend plus difficile l'émergence de véritable innovation, notamment sociale.

- **Elle constitue un oreiller de paresse technologique** : Elle est basée sur une stratégie coercitive qui suscite des attitudes réactives. Les entreprises se contentent, alors, de respecter les normes imposées par le législateur, elles se contentent des dispositifs d'antipollution au lieu de s'investir dans la prévention et des processus de production moins polluants et plus respectueux de l'environnement.

- **Elle n'offre pas une vision globale ni un cadre conceptuel global** : Elle s'attaque à des problèmes particuliers de pollution sans une vue d'ensemble des problèmes liés à la perturbation de la biosphère (effet de serre, trou dans la couche d'ozone, ...).

Malgré ces limites, il ne faut pas perdre de vue que cette solution continuera à dominer l'approche des problèmes environnementaux pour longtemps, notamment dans les pays en voie de développement (Algérie). Alors que dans les pays développés, plusieurs entreprises ont déjà expérimenté des nouvelles stratégies de prévention de la pollution et de production des déchets : (éco-conception).

La croissance démographique et l'augmentation de la production interpellent l'humanité de trouver de nouveaux leviers d'action pour limiter les impacts environnementaux et compléter l'approche end of pipe par d'autres instruments. Pour assurer une meilleure utilisation des ressources naturelles et respecter la capacité d'absorption des déchets par

l'environnement, il faut impérativement modifier le mode de production et de consommation. C'est l'objet de l'écologie industrielle.

1.2. Écologie industrielle : Une nouvelle approche de l'économie inspirée du fonctionnement des écosystèmes naturels

Le concept d'écologie industrielle est né au début des années 1990, il propose d'appréhender la société industrielle comme un écosystème particulier de la biosphère composé des éléments et de leurs interactions.

Deux auteurs : R. FROSCHE et N. GALLOPOULOS ont développé l'idée selon laquelle il devrait être possible de mettre au point des méthodes de production et de consommation dont l'impact sur l'environnement serait considérablement réduit. Cette hypothèse a conduit ces auteurs à introduire la notion d'écosystème industriel. Selon les mêmes auteurs, « *un écosystème industriel pourrait fonctionner comme un écosystème biologique : le végétal synthétise des substances qui alimentent les animaux herbivores, lesquels sont mangés par des animaux carnivores, dont les déchets et cadavres servent de nourriture à d'autres organismes. On ne parviendra naturellement jamais à établir un écosystème industriel parfait, mais les industriels et les consommateurs devront changer leurs habitudes s'ils veulent conserver ou améliorer leur niveau de vie, sans souffrir de la dégradation de l'environnement* » (S. ERKMAN, 2001).

Cette analogie entre le système industriel et l'écosystème naturel se justifie par de nombreuses caractéristiques communes (C. ADOUE, 2007, P14-15) :

- La présence de plusieurs espèces (Homme, entreprises, administrations, collectivités, associations, ...)
- La compétition parfois, entre ces espèces pour une ressource, des compétitions à l'intérieur d'une même espèce (compétition économique entre les entreprises, les territoires et autres)
- Les relations de mutualisme inter et intra espèces sont également nombreuses (par exemple utilisation d'infrastructure créée par une activité économique par les populations locales).

Les écologistes affirment qu'il n'existe pas de

définition standard à l'écologie industrielle. Mais qu'elle que soit la définition, ils s'accordent pour reconnaître au moins trois éléments principaux dans ce nouveau concept (S. ERKMAN, 2001) :

- C'est une vision globale qui intègre tous les composants du système industriel et leur relation avec la biosphère ;
- Le substrat biophysique du système industriel, c'est-à-dire, la totalité des flux et des stocks de matière et d'énergie liés aux activités humaines constitue le domaine de l'étude de l'écologie industrielle ;
- La dynamique technologique est un facteur crucial pour favoriser la transition du système industriel actuel vers un système « viable » inspiré par le fonctionnement des écosystèmes biologiques.

1.2.1 Métabolisme et symbiose industriels comme méthodologie de l'écologie industrielle

La méthodologie de base de l'écologie industrielle est nommée : le métabolisme industriel. Elle est, selon S. ERKMAN, une méthode descriptive et analytique visant à comprendre la dynamique des flux et des stocks de matières et d'énergie liés aux activités humaines, depuis l'extraction des matières premières et la production des biens et services jusqu'à leur retour dans l'environnement sous formes de pollution et de déchets. En pratique, cette méthode consiste à élaborer le bilan de masse (3) et d'énergie soit à l'échelle d'un territoire, d'une ville, d'une région, d'un pays, d'un produit ou encore même d'une filière d'activité. La mise en œuvre de cette démarche d'écologie industrielle est nommée : la symbiose industrielle.

Face à la nouveauté et à la complexité de ce concept, les auteurs de cette approche d'écologie industrielle sont amenés à poser la question suivante : Est-ce que cette nouvelle idée a-t-elle la moindre chance de dépasser le stade conceptuel ? La réponse est affirmative comme le témoigne un cas d'écosystème industriel le plus célèbre et le plus étudié : la symbiose de Kalundborg (4). Il s'est instauré entre cinq entreprises un vaste réseau d'échange d'énergie et de matière de telle manière que les déchets de certaines activités économiques deviennent des ressources pour d'autres. Ces échanges de flux est désigné par les synergies éco-industrielles.

A l'image des écosystèmes naturels où certaines espèces se nourrissent des déchets des autres espèces, R. FROSC et N. GALLOPOULOS ont imaginé un processus similaire de valorisation des déchets entre les agents économiques ou les entreprises tout en généralisant la symbiose de Kalundborg. C'est ainsi qu'un nouveau concept est né au début des années 1990 : « *parc éco-industriel* » qui désigne une zone où les entreprises coopèrent pour optimiser l'usage des ressources, par la valorisation mutuelle et systématique de leurs déchets. Toutefois, la notion de *parc éco-industriel* ne doit pas être comprise au sens d'une zone géographique. Un *parc éco-industriel* peut très bien inclure l'agglomération voisine ou une entreprise située à une grande distance, d'où la notion de « réseaux éco-industriels » dont les parcs ne représente qu'un cas particulier (S. ERKMAN, 2001, P110).

1.2.2 Evolution des systèmes industriels vers des écosystèmes industriels durables

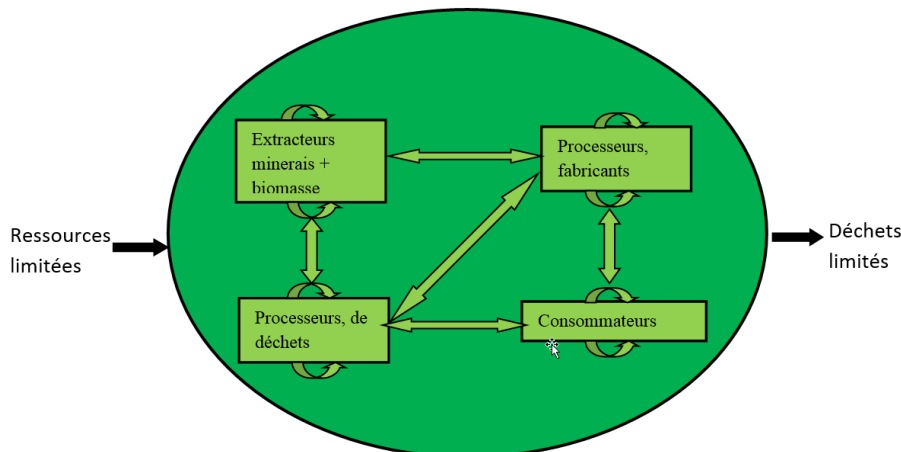
Pour devenir durable, les écosystèmes industriels doivent évoluer de la même manière que les écosystèmes naturels primitifs. Comme le rappelle S. ERKMAN (2004, P42): « *au début de la vie, les ressources potentielles étaient si vastes, et la quantité d'organisme si minime que leur présence exerçait un impact tout à fait négligeable sur les ressources disponibles* ». Cette situation est décrite comme un processus linéaire dans lequel les flux de matières sont indépendants les uns des autres. Les ressources apparaissent illimitées et la capacité de l'environnement à absorber les déchets et la pollution de manière générale l'est aussi.

Dans un stade d'évolution ultérieur durant cette étape, les organismes vivants deviennent de plus en plus interdépendants et les formes des réseaux d'interactions sont davantage complexes, telles que nous les connaissons aujourd'hui dans la sphère biologique. Les flux de matières à l'intérieur du système sont plus importants, alors que les flux entrants et sortants (ressources et déchets) sont limités par la disponibilité des ressources et la capacité d'absorption des déchets par l'environnement. Cette situation est plus efficace que la première, mais, elle n'est pas viable à long terme étant donné que les flux sont qualifiés par les tenants de ce courant d'unidirectionnels : les ressources diminuent et les déchets augmentent.

Pour devenir viable, les écosystèmes biologiques ont évolué jusqu'à fonctionner de manière cyclique. Dans cette situation, « *la distinction entre ressources et déchets n'a plus de signification, car les déchets produits par un organisme constituent une ressource pour un autre organisme...*, et comme il a été souligné précédemment, *le seul apport dont ont besoin les écosystèmes naturels est l'énergie* » (S. ERKMAN, 2004, P42).

B. ALLENBY a qualifié ces trois situations, de manière respective : écosystème industriel du type I, écosystème industriel du type II et écosystème industriel du type III. Selon cet auteur, un écosystème idéal comporte quatre catégories principales d'acteurs : des extracteurs de ressources, des processeurs (fabricants), des consommateurs et des processeurs de déchets ; qui sont en symbiose comme le montre schéma suivant :

Figure N°01 : Schéma d'un écosystème industriel idéal



Source : B. ALLENBY, cité par ERKMAN S. ; Op. cité, 2004, page 45.

Depuis la révolution industrielle, l'activité humaine est au premier stade de l'évolution de la biosphère (écosystème industriel du type I). Les produits ont une durée de vie très courtes, ils sont utilisés de manière dissipatives (C. DUVAL, 2009) : peintures, solvants, pesticides, engrais, ... Les matériaux sont utilisés de manière qualifiée de « frivole ». Le recyclage, notamment des produits de consommation, demeure marginal. Tel qu'il se pratique aujourd'hui essentiellement dans les pays en voie de développement ; et en plus c'est une activité souvent polluante.

Sous la pression de la raréfaction des ressources naturelles, de pollution diverses, société industrielle est en train de passer difficilement et partiellement d'un écosystème du type I vers un écosystème du type II.

Selon S. ERKMAN, l'enjeu de l'écologie industrielle est de permettre la transition de la société industrielle vers l'écosystème idéal (du type III) en relevant quatre défis :

- **Valoriser systématiquement les déchets et boucler les flux de matières et d'énergie** entre les acteurs de sorte que les déchets des uns deviennent les ressources des autres.

- **Minimiser les pertes par dissipation** : Aujourd'hui, dans les pays industrialisés, la consommation et l'utilisation polluent souvent plus que la fabrication. Les engrais, les pesticides, les pneus, les vernis, les peintures, les solvants, etc., sont autant de produits totalement ou partiellement dissipés dans l'environnement lors de leur usage normal. Il faut donc concevoir de nouveaux produits et de nouveaux services minimisant ou rendant inoffensive cette dissipation.

- **Décarboniser l'énergie** : il s'agit, d'une part, de réduire la quantité de matériaux utilisés, et d'autre part, de diminuer la quantité de gaz carbonique rejetée par le processus de production et de consommation afin de lutter contre l'accroissement de l'effet de serre, par des substitution énergétiques (énergies renouvelables).

- **Dématérialiser l'économie** : Le but recherché ici est de minimiser les flux de matières (et d'énergies) tout en assurant un bien-être au moins équivalent. Cela

consiste à réaliser, grâce au progrès techniques, plus de services avec une quantité moindre de matières, en fabriquant des objets plus légers ou en substituant les matériaux classiques (l'acier, les métaux, le bois, le verre,..) par exemple le plastique.

Quelles seraient alors l'effet de l'application des modèles de l'écologie industriels sur un territoire, le comportement des entreprises et leur localisation, comme moteur de toute activité économique ?

2. Ecologie industrielle comme vecteur de développement territorial

Le développement durable des activités économiques sur un territoire donné nécessite la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle (ou de symbiose industrielle), en s'inspirant du caractère cyclique et du fonctionnement des écosystèmes naturels et en se focalisant sur des modes de coordination constitutifs d'une dynamique institutionnelle. Par ailleurs, « *quelque soit la vision adoptée, beaucoup d'auteurs, s'accordent à penser que l'écologie industrielle relève d'une approche territoriale. En effet, les stratégies par lesquelles elle devient opérationnelle n'ont de sens et de rationalité économique et environnementale que si elles sont déployées localement* » (C. BEURAIN et S. BRULLOT, 2011, P315).

La notion de symbiose industrielle invite ainsi à considérer la dimension territoriale de l'écologie industrielle. L'importance et l'intensité des échanges entre entreprises, l'interdépendance dans les choix réalisés quant au processus de valorisation des déchets, les transformations requises dans les processus de production, posent en effet directement la question de la dimension géographique dans les symbioses industrielles.

Les expériences de réalisation des parcs éco-industriels menées en France, en Chine, au Etats Unies,... ; ont montré que la proximité géographique des acteurs est indispensable dans la mise en œuvre des synergies écologiques. Cela s'explique, notamment, par la difficulté de faire circuler les flux de matière et d'énergie sur de longue distance pour l'entreprise voire même l'environnement.

Ainsi, la proximité géographique est un atout considérable dans le développement des échanges

inter-industries, du fait qu'elle facilite la circulation de matières, d'énergies et d'informations en limitant les coûts de transport et de transactions relatifs à la recherche de partenaires.

Cependant, la complexité des opérations de réutilisation ou d'approvisionnement des déchets et la nécessité d'une forte convergence des processus de production dans la symbiose industrielle, nécessitent parfois les dépassements de l'échelle locale. Ainsi, il devient indispensable de concilier les avantages tirés de la proximité géographique et ceux qui se développent dans des réseaux éco-industriels à une échelle plus large.

L'écologie industrielle territoriale appelle donc à de nouvelles logiques de localisation d'entreprises (ou d'acteurs économiques en général) guidées par d'autres critères autres que ceux classiques, et de nouveaux modes d'organisation et de gouvernance pour assurer leur durabilité.

2.1 Nouvelles logiques de localisation des entreprises dans le cadre de symbiose écologique territoriale

Le développement de symbiose industrielle interpelle les entreprises à de nouvelles logiques de localisation. « *A l'image des écosystèmes naturels qui regroupent souvent des associations caractéristiques d'espèces, les symbioses industrielles rassemblent aussi des associations par types d'activités* » (J. POIROT, 2007, P8). Pour qu'il y ait justement un système d'échange et de synergie entre les entreprises d'un parc éco-industriel, il convient de déterminer les meilleurs « regroupement » d'activités industrielles. L'auteur cite le cas de la canne de sucre, l'association comprendrait une papèterie, une centrale thermique et une raffinerie, afin de valoriser les produits de la canne à sucre.

Traditionnellement, dans le choix rationnel de leur localisation, les entreprises retenaient, dans leur calcul économique, la proximité des matières premières, des fournisseurs, des clients, mains d'œuvres qualifiées et la disponibilité d'un bon marché. Alors que les problèmes de valorisation de leurs déchets étaient rarement pris en considération.

Pour s'intégrer dans une symbiose industrielle, les entreprises sont invitées à intégrer, dans leur calcul économique guidant leur choix de localisation,

les avantages financiers qu'elles pouvaient tirer de l'approvisionnement et de la valorisation de leurs déchets.

Cependant, certains facteurs peuvent être source de coûts supplémentaires en cas de défaillance d'un partenaire, ce qui amène l'entreprise à réduire sa production ou même disparaître. C'est le risque de perdre des avantages censés de tirer de sa participation à la symbiose. De même, si le fournisseur, pour des raisons de compétitivité, change sa technologie, l'entreprise n'aura plus les mêmes sous-produits (déchets).

Ainsi, les entreprises qui souhaitent adhérer à une symbiose industrielle doivent intégrer impérativement, dans leur calcul économique, les incidences et les risques qu'elles encourent avec ses partenaires. Cet auteur note aussi que « *les petites et les moyennes entreprises avaient plus de difficultés à s'intégrer dans un parc éco-industriel, car elles ne peuvent pas longtemps garantir la stabilité de leur production des sous produits pour les partenaires, pouvant être victime elles mêmes de fluctuation de la demande. De plus, leur pérennité n'est pas toujours certaine* » (J. POIROT, 2007, P9).

Les coûts et les risques encourus par certains acteurs potentiels peuvent dissuader d'autres acteurs ou agents économiques à s'associer à une symbiose sauf s'il y avait une logique de solidarité entre eux pour assurer le succès de la symbiose. C'est le cas du parc éco-industriel de Guigang, en Chine centré sur les sucreries.

2.2 Gouvernance des symbioses industrielles

En termes de gouvernance, sa mise en œuvre repose nécessairement sur l'articulation des politiques menées à l'échelle locale et globale, à l'image du slogan « penser globalement, agir localement ».

La gouvernance peut être définie comme un processus de coopération et d'accommodement entre les intérêts divers et conflictuels. Elle inclut les institutions officielles et les arrangements informels entre les acteurs. Ses principes et ses recommandations s'appliquent à la gestion d'une symbiose industrielle, notamment à la recherche d'objectifs communs ou du moins l'existence de préoccupations communes.

La constitution et le développement d'un parc éco-industriel impliquent la participation et la coordination d'un très grand nombre d'acteurs. B. DURET a classé ces acteurs en quatre catégories : les acteurs ressources (comme les universités et les centres de recherche), les acteurs promotionnels diffusant l'information, les acteurs opérationnels (les entreprises, les collectivités locales, les prestataires de services, ...) et les services déconcentrés de l'Etat qui facilite la démarche (J. POIROT, 2007, P13).

S. ERKMAN (2004, P176) estime que « les nouvelles pratiques de valorisation collective des ressources doivent être suscitées, accompagnées, évaluées, entretenues et relancées régulièrement, car, en règle générale, elles n'apparaissent et ne se maintiennent pas spontanément ». Cet auteur précise encore qu'il « faut un contexte incitatif sur les plans législatif, managérial, organisationnel, social et politique ».

D'après l'expérience de la symbiose de Kalundborg (créé suite à un accord volontaire, initialement entre la raffinerie et la centrale électrique qui ont pris l'engagement de poursuivre l'expérience sur une trentaine d'années), qui demeure la référence dans ce type d'association, si la décision de se lier à un éco-parc est une décision qui ne concerne que les acteurs intéressés, pour se développer il faut au moins assurer une structure de coordination.

L'Etat peut éventuellement engager des études sur un territoire donné pour déterminer quelles seraient les associations d'entreprises susceptibles d'être intéressées par la constitution d'une symbiose industrielle ou de soutenir les entreprises dans leurs démarches administratives. D'ailleurs, depuis 1999, l'écologie industrielle est inscrite officiellement dans la stratégie nationale chinoise. Depuis 2008, la Chine a définie une loi fixant les modalités de déploiement et de promotion de l'écologie industrielle en Chine (C. BEURAIN et S. BRULLOT, 2011, P322).

Il est primordial que les acteurs publics prennent en charge l'élaboration des politiques environnementales locales, cherchent davantage à impliquer les entreprises et les autres acteurs locaux, puisque la transformation des modes de production et de consommation ne saurait être conduite efficacement

sans leur concours.

En réalité, le besoin est aujourd'hui impérieux d'intégrer la question de l'environnement en amont de la construction de toute politique de développement, qu'elle relève du champ de l'action publique ou de celui de l'entreprise privée. Cette nouvelle perception de la responsabilité de l'Homme vis-à-vis de son environnement tend à prendre corps à travers un renouvellement des formes de gouvernance locale, dans le sens d'un processus de co-construction engageant les acteurs locaux, et de l'émergence d'actions collectives autour des projets communs.

2.3 Ecologie industrielle comme facteur d'attractivité du territoire

Comme nous l'avons déjà souligné, l'innovation technologique est l'un des leviers de base de la réussite de l'écosystème industriel. D'abord, l'écologie industrielle suscite l'innovation, car les déchets d'une entreprise peuvent rarement être utilisés en état dans un autre procédé industriel. Cela impose des opérations d'intermédiaires, de transformation et de traitement, de manière à rendre ces déchets compatibles aux besoins de l'entreprise consommatrice (de déchets). Cela induit la création d'activités économiques et de l'emploi sur le territoire en question.

Ensuite, le territoire sur lequel une symbiose industrielle est déployée devient de plus en plus attractif pour le développement de nouvelles activités économiques, dans la mesure où il devient susceptible d'offrir des services mutualisés aux entreprises (C. BEURAIN et S. BRULLOT, 2011, P322). D'ailleurs, traditionnellement, l'offre de services constitue un critère de localisation des entreprises incontournable. Ainsi, l'écologie industrielle pouvait être un critère d'attractivité des territoires et de leur différenciation.

Conclusion

L'application des modèles issus de l'écologie industrielle et celui du territoire durable transformeraient profondément l'environnement économique et social, ainsi que les structures territoriales. De nouveaux modes de gouvernance apparaîtraient au niveau des territoires locaux et de nouveaux modes de management des entreprises.

Les entreprises seraient amenées à revoir

complètement leur mode d'action et de gestion. Au lieu de se focaliser obsessionnellement sur le produit à vendre, elles devraient donner autant d'importance à la valorisation de ses déchets et à l'optimisation de l'ensemble des flux de matière et d'énergie de la production et de la vente de ses produits pour pouvoir s'inscrire dans la logique de symbiose industrielle et du développement durable.

Au lieu de se baser sur la compétitivité dans un contexte de concurrence, l'écologie industrielle interpellent les entreprises, en plus des relations concurrentielles, à se collaborer avec les autres acteurs/entreprises en vue d'assurer une gestion optimale des ressources naturelles.

La démarche d'écologie industrielle est ainsi un processus à long terme comme en témoigne la symbiose de Kalundborg. Cette démarche a pour objectif de créer une dynamique territoriale favorable à la gestion rationnelle des ressources naturelles par une valorisation optimale des déchets. La maturité de telle démarche est basée sur la bonne gouvernance, la densité des relations de complémentarités et d'interdépendances entre les acteurs, l'émergence d'un espace commun de représentation collective et enfin, la confiance entre les acteurs au sein d'un territoire.

Malgré de nombreuses réalisations dans le monde, à l'image de certains parcs éco-industriels en Asie, en Amérique du Nord ou en Europe, etc., l'écologie industrielle demeure encore un domaine « émergent ».

Les notes

1- La biosphère désigne l'espace abritant la vie sur la terre : la lithosphère, l'hydrosphère et une partie de l'atmosphère ainsi que l'ensemble des espèces vivantes qui les peuplent et des équilibres qui en assurent le bon fonctionnement.

2- Ils peuvent réagir en tant que riverains, en tant qu'associations de protection de l'environnement, en tant que personnes physiques, par l'intermédiaire d'un élu, ... Ces catégories sont désignées de « parties prenantes ».

3- L'élaboration d'un bilan de masse consiste à comparer les quantités des substances qui rentrent et qui sortent d'un processus industriel. Cette notion est développée pendant les années 60 par AYRES et KNEESE.

4- Kalundborg est une petite ville au Danemark, située en bord de mer à 100Km à l'ouest de Copenhague. La symbiose de Kalundborg est un réseau formé spontanément en une trentaine d'années (de 1950 à 1980) autour de cinq entreprises proches géographiquement : l'usine Novo Nordisk de production d'enzymes et de produits pharmaceutiques, la centrale thermique au charbon, l'usine de production de panneaux de Placoplatre Gyproc, la raffinerie Statoil, l'entreprise de dépollution des sols bioteknisk Jordrens et de la municipalité.

Les références bibliographiques

- ABDELMALKI Lahcen et MUNDLER Patrick, « Economie de l'environnement et du développement durable », Ed. De Boeck, Bruxelles, 2010.
- ADOUE Cyril, « Mettre en œuvre l'écologie industrielle », Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes, Paris, 2001.
- BEAURAIN Christophe et BRULLOT Sabrina ; « L'écologie industrielle comme processus de développement territoriale : une lecture par la proximité » ; en Revue d'Economie Régionale et Urbaine, N°2 ; avril 2011.
- BOUTILLIER Sophie, DJELLAL Faïz et LAPECHE Blandine, « L'innovation verte. De la théorie aux bonnes pratiques », Ed. Scientifiques Internationales, Bruxelles, 2012.
- DE GUILLEBON Benoît et NOLLET Patrick, En route vers l'éco-conception, Ed. Armand Colin, Paris, 2013.
- DUVAL Claude, « Matières plastiques et environnement », Ed. Dunod, Paris, 2009.
- ERKMAN Suren, « Vers une écologie industrielle », 2ème Ed. Léopold Mayer, Paris, 2004.
- ERKMAN Suren, « l'écologie industrielle. Une stratégie de développement », disponible : www.cairn.info/revue-le-debat-2001-1-page-106.htm, 2001.
- FAUCHEUX Sylvie NÔEL Jean-Francois, « Economie de ressources naturelles et de l'environnement », Ed. Armand Colin, Paris, 1995.
- LAURENT Eloi et LE CACHEUX Jacques, « Economie de l'environnement et économie écologique », Ed. Armand Colin, Paris, 2012.
- LAURIOL Jean, « Développement durable et économie de la fonctionnalité : vers de nouveaux enjeux stratégiques », in « L'économie de la fonctionnalité : une voie nouvelle vers un développement durable ? » S/D G. GAGLIO, J. LAURIOL et C. DU TERTRE, Ed. Octarés, France, 2011.
- LUPTON Sylvie, « Economie des déchets. Une approche institutionnelle », Ed. De Boeck, Bruxelles, 2011.
- MAYMO Vincent et MURAT Geoffroy (2013), « développement durable et responsabilité sociale de l'entreprise », Ed. Dunod, Paris, 2013.
- MISSEMER Antoine, « Nicholas Georgescu-Roegen, Pour une révolution bioéconomique », édition école normale supérieure de Lyon, 2013.
- MESSAL Roselyne, « La valorisation des déchets plastiques en Europe et en France. Encore des progrès à faire... », <http://www.2013-371-ferv-mars-pl2-Messal-HD.pdf>.
- POIROT Jacques ; « De la symbiose industrielle à la ville durable : incidences de la création des écosystèmes industriels et urbains sur la structuration et la gouvernance des territoires ; Colloque d'ASDRLF : « Les dynamiques territoriales : débats et enjeux entre les différentes approches disciplinaires » ; Grenoble ; juillet 2007.
- ROTILLON Gilles, « Economie des ressources naturelles », 2ème Ed. La découverte, collection repères, Paris, 2010.
- VIVIEN Franck-Dominique ; « Rencontre du troisième type... d'écosystème ou quand l'écologie devient industrielle » ; article disponible en ligne à l'adresse : <http://www.cairn.info/revue-innovations-2003-2-page-43.htm>