

Premiers retours d'expériences
en écologie industrielle :

études de cas en Europe
et en Amérique du Nord



Synthèse et perspectives



Benoit DURET

Sommaire

Résumé	4
Abstract	5
1 Introduction	6
2 Présentation de la démarche et des études de cas d'écologie industrielle	9
2.1 Approche méthodologique du retour d'expériences	9
2.2 Panorama géographique	10
2.3 Portrait des études de cas	11
3 analyse transversale des études de cas : 10 enseignements	23
3.1 L'écologie industrielle conjugue court terme et moyen terme	23
3.2 L'écologie industrielle est une réponse à des situations de crise	24
3.3 Les approches développées répondent à des problématiques de territoire	24
3.4 Des personnalités clés assurent le rôle de « locomotive »	25
3.5 Les jeux d'acteurs respectent le principe de diversité	25
3.6 Les structures locales d'animation et de coordination jouent un rôle indispensable	26
3.7 La valorisation systématique des déchets est une première étape vers la dématérialisation de l'économie	27
3.8 Les instruments financiers, économiques et réglementaires stimulent la réussite des démarches	28
3.9 Des problèmes de temporalité limitent la cohérence des actions entreprises	29
3.10 Des contraintes variées fragilisent les initiatives engagées	31
4 Méthodologie d'analyse des expériences d'écologie industrielle	33
4.1 Informations générales	33
4.2 Le contexte territorial	33
4.3 Description et organisation du projet	33
4.4 Méthodologies et outils mis en œuvre	33
4.5 Actions engagées	34
4.6 Présentation des résultats	34
4.7 Interaction avec d'autres initiatives	34
4.8 Enseignement et recommandations	34
4.9 Développements futurs	34
5 Recommandations pour un développement de l'écologie industrielle et territoriale	35

5.1 Développer une approche écosystémique des territoires	35
5.2 Explorer les tendances liées à l'économie de l'innovation en réseau	36
5.3 Accentuer le soutien des collectivités locales aux réseaux de coopération	37
5.4 Mieux capitaliser et partager les expériences d'écologie industrielle	38
5.5 Informer, sensibiliser et former les institutions d'état et les décideurs locaux	38
5.6 Intégrer l'écologie industrielle dans des pratiques existantes de développement durable	38
5.7 Articuler l'écologie industrielle avec la prospective territoriale	39
5.8 Pérenniser les démarches à travers la création de structures d'animation dédiées	40
5.9 Construire et rendre disponible l'information sur les flux physiques de l'économie	40
5.10 Associer les stratégies d'écologie industrielle à celle de l'économie sociale et solidaire	41
6 Conclusions et perspectives	44
References bibliographiques	46
Annexe 1 : tableau de synthèse des projets visités	50

Liste des figures

Figure 1 : De l'approche individuelle à la gestion intégrée et collective de l'environnement	7
Figure 2 : Du traitement final de la pollution au développement durable	7
Figure 3 : Carte et liste des projets visités en Europe	10
Figure 4 : Carte et liste des projets visités en Amérique	10
Figure 5 : Stratégies de valorisation le long du cycle de la matière (adaptation de R. Côté)	28
Figure 6 : Succession de systèmes territoriaux avec le temps	30
Figure 7 : Système d'Information Géographique du projet « Industrial Ecosystem Development Project »	31
Figure 8 : Représentation écosystémique d'un territoire (@jeremy marcon, ROBINS DES VILLES)	35
Figure 9 : Principes d'un écosystème naturel et territorial	36
Figure 10 : Catégorie et niveau de coopération dans les réseaux d'entreprises	37

Résumé

Les démarches d'écologie industrielle sont des approches territoriales, collectives et intégrées. Elles s'inscrivent sur la durée et font travailler ensemble des acteurs diversifiés aux rôles complémentaires à des échelles locales et régionales. Leur existence et leur pérennité reposent sur des volontés politiques fortes et l'implication d'acteurs volontaires, aussi bien publics (collectivités) que privés (entreprises) ou institutionnels (ministères, organismes d'Etat, universités). Leur animation est généralement assurée par les collectivités ou les universités à travers des structures dédiées (réseaux d'entreprises, centres de recherche, associations, etc.). Leur financement est souvent assuré de manière partagée par des fonds issus du secteur privé, des Ministères d'Etat, de partenariats publics-privés, de subventions d'organismes d'Etat pour la protection de l'environnement, ou encore des agences de développement économique. Les démarches d'écologie industrielle mobilisent des méthodologies d'analyse de flux de ressources et des outils cartographiques afin de comprendre et de renforcer les interactions entre les acteurs économiques grâce à des partenariats innovants tels que les échanges de matériaux, la mutualisation de services ou le partage d'équipements. Elles développent et mettent en œuvre des stratégies de dématérialisation et d'utilisation sobre des ressources en permettant la réduction des déchets à la source et la substitution de matières vierges par des matières premières secondaires. Elles dynamisent le développement économique des territoires en identifiant des niches de marché pour de nouvelles activités basées sur la réutilisation de matière ou répondant à des besoins locaux de services aux entreprises. Elles renforcent l'ancrage des entreprises, les réseaux de coopération, et l'attractivité des territoires en permettant une relocalisation de l'économie. L'écologie industrielle et territoriale permet en effet de trouver des opportunités d'activités répondant à des besoins locaux avec des ressources locales.

L'intérêt croissant pour les démarches d'écologie industrielle est, globalement, dû à l'influence de facteurs comme le durcissement de la réglementation environnementale, l'instauration de taxes sur l'énergie ou les déchets, l'augmentation du prix des matières premières, la volonté d'un nombre croissant d'industriels et de grands groupes de concrétiser leur responsabilité sociétale d'entreprises, ou encore l'engagement de collectivités territoriales dans le développement durable. La mise en œuvre de ces démarches est notamment facilitée par l'existence et la disponibilité de financements dédiés, l'implantation d'une technologie particulière, l'existence de réseaux interentreprises, d'un bon niveau de confiance entre les acteurs, etc.

L'écologie industrielle reste encore un domaine émergent en France dont on identifie les limites d'application et les contraintes. Ces dernières sont principalement culturelles car le modèle économique existant repose principalement sur une approche individuelle et cloisonnée où la compétitivité et la confidentialité rythment les relations entre les individus et les organisations. Les réseaux de coopération et le partage d'information, fondement des démarches d'écologie industrielle, ne peuvent donc se développer dans un tel contexte. Les politiques de l'innovation en réseau, comme celles soutenues par les pôles de compétitivité, contribuent à une meilleure appropriation des notions de coopération, mais restent encore limitées à des partenariats « entreprises - universités - centres de recherche », auxquels les collectivités et les autres acteurs du territoire ne sont pas systématiquement associés. Par ailleurs la

recherche d'innovation y est principalement technologique et donc source d'emplois à haute valeur ajoutée. Les personnes moins qualifiées, celles-là même qui connaissent le plus fort taux de chômage, se retrouvent de fait exclues de ce système d'innovation qui peut contribuer, en définitive, à plus d'exclusion et d'inégalités sociales. L'innovation ne doit pas être un domaine réservé au seul développement technologique et industriel. Une place plus importante doit être gardée à une innovation sociale et environnementale qui renforce dans le même temps les actions pour un meilleur partage des richesses et des ressources.

Les approches d'écologie industrielle prennent ainsi un sens plus solidaire en aidant à identifier des niches de marché pour la création d'activités nouvelles privilégiant des emplois d'insertion par l'activité économique. L'articulation avec l'économie sociale et solidaire permet alors de renforcer des démarches locales de développement durable.

Dans le même sens, la vision et les outils de l'écologie industrielle et territoriale peuvent être mis au service des pays du Sud en vue d'aider les populations rurales à dépasser le stade de la subsistance à travers une préservation et une valorisation des ressources naturelles locales.

Abstract

Industrial ecology schemes are territory-based, collective and integrated approaches. They are long-term projects and involve various work partners with supplementary roles at the local and regional level. Their being and continuity rely on strong political willingness and the commitment of willing bodies, whether public (local authorities), private (companies) or institutional (ministries, State organisations, universities). Their implementation is generally carried out by local authorities or universities through dedicated organisations (company networks, research centres, associations, etc.). Funding often come from various sources like the private sector, State Ministries, public-private partnerships, State organisations subsidies for environmental preservation, or economic development agencies. Industrial ecology approaches resort to methods of resource flow analysis and to mapping tools in order to understand and strengthen the interactions between economic actors thanks to innovative cooperation schemes like material exchange, service mutualisation or equipment sharing. They develop and implement strategies of dematerialization and reasonable use of resources by reducing waste at source and replacing primary raw materials by secondary raw materials. They foster local economic growth by identifying market niches for new activities based on material reuse or by fulfilling local needs for company services. They boost the position of companies on the market, cooperation networks and the area's attractiveness by developing local economic centres. Industrial and territorial ecology is indeed a means to identify activity potentials that meet local needs using local resources.

The rising interest in industrial ecology approaches globally results from the impact of factors such as stricter environmental regulations, the imposition of taxes on energy and waste, rising raw material prices, the willingness of a growing number of industrialists and groups to materialise, as companies, their responsibility towards society, or the commitment of local authorities to sustainable development. The implementation of these approaches is facilitated by existing and available allocated funding, the enforcement of specific technology, existing business-to-business networks, a high level of trust between participants, etc.

In France, industrial ecology remains an emerging sector whose application limits and restraints have been identified. They are mainly cultural, since the existing economic model is mostly based on an individual and compartmentalised approach where competitiveness and confidentiality rule the relationships between individuals and organisations. Cooperation networks and information sharing, which are the foundations of industrial ecology approaches, cannot therefore develop. Policies fostering innovation in networks, like those supported by the so-called competitiveness poles, help better enact the notions of cooperation, but remain limited to partnerships which only involve companies, universities and research centres and are not systematically associated with local authorities and other significant organisations in the area. Besides, innovation research primarily focuses on technology and thus produces high-value-added jobs. Less qualified workers, whom unemployment affects most, find themselves excluded from this innovation system that may lead, eventually, to further exclusion and more social inequalities. Innovation should not be restricted to technological and industrial development. Much greater space should be given to social and environmental innovation, which simultaneously supports initiatives for a better distribution of wealth and resources.

Industrial ecology approaches thus take on a more social and interdependent dimension by helping identify market niches to set up new operations creating jobs for the long-term unemployed, and facilitating the social integration thanks to economic activity. This interrelation with social and interdependent economy can in turn boost local initiatives in sustainable development.

To the same end, the vision and tools of industrial and territorial ecology should be provided to poor countries to allow rural populations to make a leap from subsistence stage by acting for the preservation and beneficiation of the local natural resources.

1.0 • Introduction

La fabrication d'un produit, dans le système de production tel qu'il est structuré aujourd'hui, génère en moyenne une quantité de déchets 13 fois supérieure à la quantité de matière contenue dans le produit final. Parallèlement, les comportements de consommation amplifient largement ce gaspillage puisque la plupart de ces produits ne sont utilisés qu'une seule fois. Au final, la combinaison de ces deux phénomènes amène à estimer que 99% des ressources extraites de la planète deviennent des déchets en moins de six semaines⁽¹⁾ !

Ces chiffres illustrent clairement le mode de fonctionnement non durable de nos sociétés modernes et prouvent que les marges de manœuvre offertes pour dématérialiser l'économie sont importantes.

Si l'ensemble des activités humaines continuent de se développer sur ces modes de production et de consommation, nous ne pourrons bientôt plus prendre pour acquis la capacité des écosystèmes de la Terre à fournir à tous l'eau, l'énergie, la nourriture, et tous les autres services indispensables à la vie et au développement. Sans compter que nous devons accueillir, dans les prochaines décennies, environ 3 milliards d'individus supplémentaires qui auront besoin eux aussi de s'alimenter, de s'habiller, de se déplacer, de s'éduquer, etc.

Pour répondre à tous ces besoins, certes élémentaires, il est indispensable d'engager dès aujourd'hui une meilleure répartition des richesses et d'élaborer des stratégies d'utilisation des ressources plus sobres et plus efficaces, tout en maîtrisant les impacts liés à leur exploitation et à leur transformation.

Selon le rapport sur *l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (EM)* des Nations Unies (mars 2005), deux tiers des écosystèmes mondiaux comprenant aussi bien les zones humides que les zones côtières, les sols et les forêts sont détériorés ou bien gérés de façon non viable. Par ailleurs, les prix des matières premières à l'échelle mondiale ont fait un bond de plus 25% en 2004, après avoir augmentés de 12% en 2003.

Cette situation pourrait mener dans les cinq années à venir à une augmentation des dépenses pour les entreprises de certains secteurs, voire à une baisse importante de leur chiffre d'affaire. Il est clair que le consommateur ne pourra pas assumer seul les répercussions financières de l'actuelle gestion des ressources naturelles. De la même manière, les territoires et les collectivités locales devront également gérer des augmentations directes et indirectes de coûts : dans la construction et la réhabilitation de logements, dans le fonctionnement des bâtiments (chauffage collectif, etc.), dans le transport, etc. Des problèmes d'approvisionnements alimentaires dus à un pétrole de plus en plus cher peuvent également apparaître et provoquer des instabilités sociales. Les impacts environnementaux (émissions de gaz à effet de serre, pénuries en eau et pollution des sources, etc.) et sanitaires (transfert de polluants via les produits de consommation) ont déjà des conséquences sur les coûts de gestion des biens et des services collectifs. De plus, les inégalités sociales et territoriales liées au renchérissement de ces coûts vont continuer de s'accroître. Est-ce à la collectivité d'en assumer la charge ?

La responsabilité des changements nécessaires incombe à tous les acteurs de la société et les stratégies développées doivent s'appliquer aussi bien aux modes de production, qu'aux modes de consommation et de vie.

(1) Walter Stahel - Institut de la durée, Genève.

Devant ces enjeux sans précédent, nous disposons d'un bon nombre d'approches visant la préservation des ressources naturelles et la diminution des impacts environnementaux et sanitaires. Parmi ces approches, certaines telles que l'éco-efficacité, l'éco-conception ou la production « propre », cherchent à améliorer la productivité des ressources en intégrant des objectifs écologiques et économiques dans les systèmes de production. Elles sont nécessaires et pertinentes à l'échelle de procédés ou de sites industriels, mais ne sont pas suffisantes pour viabiliser le système économique sur le long terme. Parmi les exigences connexes, la mise en œuvre de stratégies collectives et coopératives de gestion des ressources à l'échelle territoriale, comme l'écologie industrielle, est devenue indispensable.

L'écologie scientifique, reconnue comme une science rigoureuse, est une base de réflexion solide pour dessiner les contours de ces stratégies. Quoi de plus « durable » qu'un écosystème naturel en effet ? D'où l'idée de s'inspirer des écosystèmes pour en traduire les principes de fonctionnement dans le cycle des activités humaines.

L'écologie industrielle, encadrée par les fondements de l'écologie scientifique, permet de concrétiser cette idée à travers une approche systémique à différentes échelles territoriales, à court et moyen terme. Les figures 1 et 2 illustrent cette idée.

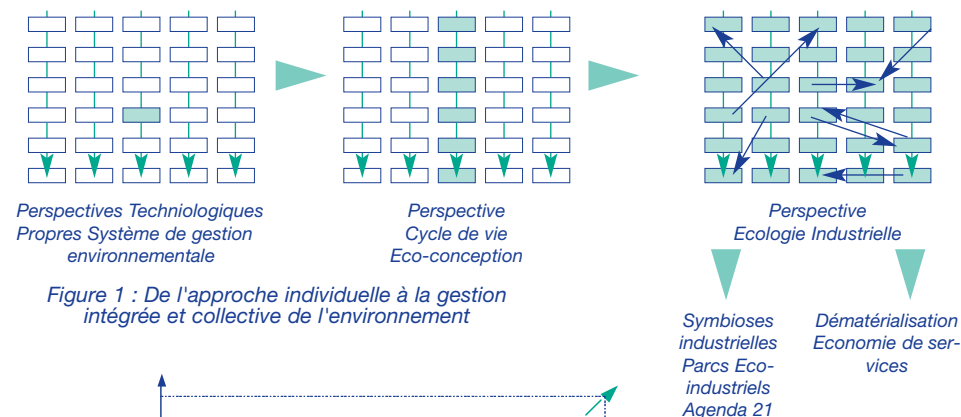


Figure 1 : De l'approche individuelle à la gestion intégrée et collective de l'environnement

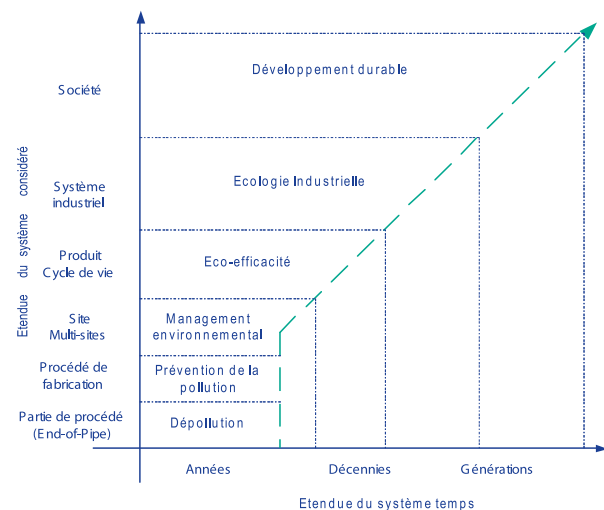


Figure 2 : Du traitement final de la pollution au développement durable

On associe ainsi à l'« écologie industrielle », souvent interprétée en France comme un domaine réservée aux entreprises, une « écologie territoriale », dont la terminologie est plus « englobante » et mieux adaptée à l'ensemble des acteurs concernés. Ainsi, l'écologie industrielle et territoriale se définit comme l'étude des interactions des activités humaines entre elles et avec la *Biosphère*⁽²⁾. Un ensemble d'activités économiques constitue ainsi par analogie un *écosystème industriel*, et un territoire (dont l'activité économique n'est qu'un sous-ensemble), un *écosystème territorial*. Les liens socio-économiques sont portés par des flux de ressources (matière, eau, énergie, déchets) qui caractérisent la structure, le fonctionnement et l'évolution de ces *écosystèmes*. L'écologie industrielle et territoriale est donc une voie éminemment pratique vers la mise en œuvre du développement durable. Cependant, les *écologues industriels et territoriaux* commencent à peine à comprendre les mécanismes régissant les échanges de flux entre les différentes activités humaines.

L'écologie industrielle émerge ainsi progressivement depuis une quinzaine d'années, comme en témoigne la multitude de travaux de recherche dont la plupart sont capitalisés et diffusés par l'*International Society of Industrial Ecology (ISIE)*. D'autres réseaux d'excellence contribuent également à ce partage d'information comme l'*Eco-industrial Development Council (EIDC)*, dont l'objet est la promotion des pratiques d'écologie industrielle aux Etats-Unis et au Canada, et l'*Eco-Industrial Estates Asia Network (EIEAsia)*, qui entend répondre aux besoins de communication et d'échanges d'expériences dans le domaine en Asie.

Sur le plan institutionnel, des organisations comme les Nations-Unies (à travers les Programmes pour l'Environnement et le Développement), l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE)⁽³⁾, ou la Commission européenne soutiennent activement l'écologie industrielle.

Dans la pratique, des projets ont émergé partout à travers le monde, principalement en Europe et en Amérique du Nord et plus récemment en Asie.

Cependant, peu de retours d'expériences sont disponibles concernant les initiatives opérationnelles d'écologie industrielle. Pour répondre à ce besoin d'information sur l'organisation et les résultats issus de ces différentes applications à l'étranger, une étude a été menée à l'initiative de quatre acteurs historiques de l'écologie industrielle en France : le **CREIDD** (*Centre de Recherches et d'Études Interdisciplinaires sur le Développement Durable*) de l'*Université de Technologie de Troyes (UTT)*, la Direction de la Recherche **d'ELECTRICITE DE FRANCE**, l'association **AUXILIA** (appui et conseil à la mise en œuvre de pratiques locales de développement durable) et l'**ICAST** (*Institut pour la Communication et l'Analyse des Sciences et des Technologies*).

Cette étude, finalisée en mars 2004, a permis l'analyse de 11 projets territoriaux dans 7 pays étrangers. Elle apporte un éclairage sur la typologie et les résultats des initiatives les plus avancées dans le domaine de l'écologie industrielle.

Encore très souvent interprétée comme une démarche restreinte à l'aménagement de zones industrielles, où les entreprises sont interconnectées les unes avec les autres via des échanges de matière ou d'énergie, l'écologie industrielle est présentée ici dans une réalité régionale, aux enjeux plus globaux que la seule création d'échanges de matière entre des procédés industriels.

(2) Ensemble des écosystèmes naturels

(3) Note à venir... ???

Après cette introduction, les différentes études de cas ayant fait l'objet d'une visite de terrain sont présentées succinctement dans le chapitre II de ce document. Une analyse transversale de ces études de cas nous amène à synthétiser, dans le chapitre III, les différents aspects structurels, organisationnels, financiers, etc., constituant les démarches engagées et à en retirer les 10 principaux enseignements. Ce travail a notamment révélé un manque de capitalisation des expériences menées. C'est pourquoi, il est proposé dans le chapitre IV une méthodologie d'analyse générique des expériences de ce type, adaptable à différents contextes, et facilitant la diffusion des informations collectées suivant un même canevas. Le constat d'une application encore timide de l'écologie industrielle nous amène à formuler dans le chapitre V des recommandations visant à développer ce domaine en France comme à l'étranger. Ce chapitre précise notamment un point de vue sur le caractère normatif que nous attribuons à l'écologie industrielle et territoriale, venant dédire les positions positivistes d'autres auteurs dans le domaine. Nous indiquerons ainsi la pertinence d'une articulation de l'écologie industrielle avec l'économie sociale et solidaire, dans un contexte de précarisation de l'emploi.

Enfin, en conclusion, nous reviendrons sur les enjeux d'une gestion intégrée des ressources face à une flambée des prix des matières premières et de l'énergie. Nous préciserons la pertinence d'une alternative de développement s'inspirant des principes de l'écologie industrielle dans un contexte de territorialisation des actions d'aménagement à l'échelle nationale ; l'Etat et les tous les acteurs du territoire possédant chacun des clés de mise en œuvre.

D'autres perspectives d'application de la démarche seront également développées, ouvrant une réflexion plus particulière et non moins importante vers les pays en développement.

2 • Présentation de la démarche et des études de cas d'écologie industrielle

2.1 • Approche méthodologique du retour d'expériences

Cette étude de retour d'expériences a été menée de janvier 2003 à mars 2004. Elle a permis d'analyser 11 études de cas dans 7 pays (Allemagne, Royaume-Uni, Danemark, Suède, Etats-Unis, Canada, Mexique). Trois autres pays ont fait l'objet d'une visite (Finlande, Norvège et Thaïlande) qui a permis la rencontre de personnalités dont les contributions sont intégrées, de manière diffuse, à ce texte.

Les études de cas présentées dans ce document ont été choisies pour les raisons suivantes :

- Leur bonne reconnaissance sur le plan international dans le domaine de l'écologie industrielle (publication en conférence, avis d'expert, etc.),
- Leur maturité de développement, permettant une collecte d'information fournie,
- La disponibilité des ressources documentaires les concernant.

Les retours d'expérience ont été réalisés sur la base d'une recherche documentaire préalable, puis par une visite de terrain accompagnée d'un entretien avec le ou les responsables des projets. Dans certains cas, des entretiens supplémentaires ont été menés avec d'autres personnes ressources comme des chefs d'entreprises, des pro-

fesseurs d'universités, des consultants indépendants, des responsables de chambre de commerce ou d'agence de développement économique.

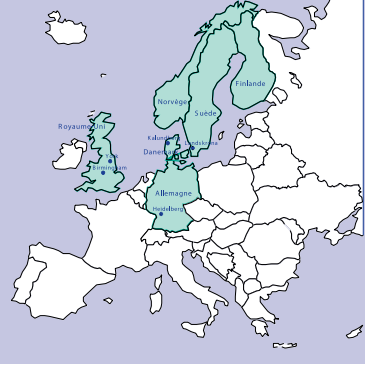
La grille de lecture ayant guidé l'analyse documentaire des projets et les questions posées lors des entretiens est synthétisée dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques du territoire et/ou du site industriel	▶ Dans le cas d'une approche régionale : informations générales ou environnementales sur le territoire. Dans le cas d'un parc industriel : gestion, activités et objectifs du site
Description du projet	▶ Résumé, historique, organisation et objectifs de l'initiative
Acteurs du projet et rôles	▶ Informations sur le leader de l'initiative. Mention des partenaires institutionnels, industriels, universitaires ou autres, impliqués dans le projet.
Financement	▶ Sources de financement du projet
Méthodologie	▶ Description de la méthode employée (mobilisation des acteurs, collecte des données...)
Les outils	▶ Présentation des outils utilisés ou développés au cours du projet (base de données, Système d'Information Géographique...)
Les résultats obtenus	▶ Présentation des principaux résultats obtenus à l'issue de premières phases du projet
Système d'évaluation	▶ Présentation des éventuels systèmes d'évaluation utilisés
Enseignements et recommandations	▶ Bilan des principaux enseignements retirés au cours du projet et les recommandations formulées par son responsable dans la perspective de la poursuite ou de la réplique de ce type d'initiative
Prochaines étapes	▶ Proposition ou description des étapes prévues ou à prévoir dans la suite du projet

2.2 • Panorama géographique

Les projets ayant fait l'objet d'une visite sont pour la plupart situés en Europe et en Amérique du Nord. Un seul projet visité est situé en Amérique Centrale.

Projets visités en Europe :



Pays	Projet	Lieu
Royaume-Uni	A Material Flow Analysis Ecological and Footprint of York	Ville de York
	National Industrial Symbiosis Programme (NISP)	Ville de Birmingham
Allemagne	Inter-industrial Material Flow Management : The Rhine-Neckar Experience	Ville de Heidelberg
Danemark	Industrial Symbiosis of Kalundborg	Ville de Kalundborg
Suède	Industrial Symbiosis in Landskrona	Ville de Lund

Figure 3 : Carte et liste des projets visités en Europe

Projets visités en Amérique du Nord et Centrale :

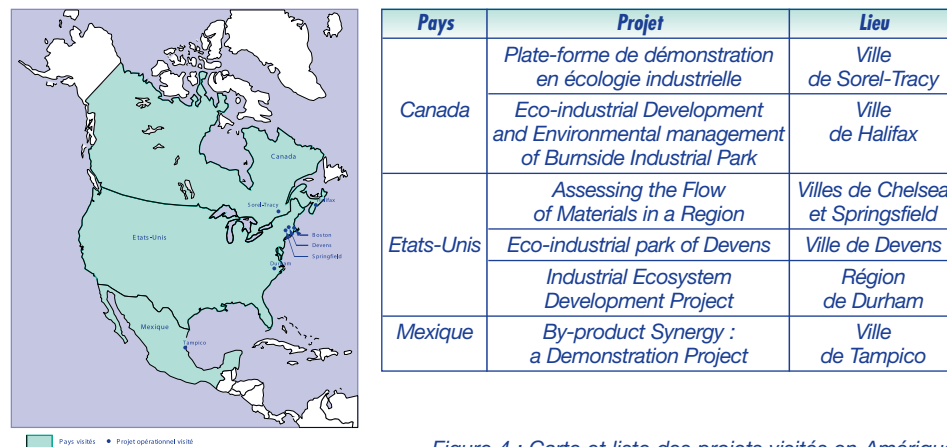


Figure 4 : Carte et liste des projets visités en Amérique

2.3 • Portrait des études de cas

Ce chapitre présente un résumé des études de cas visitées. Les deux premières sont qualifiées de « parcs éco-industriels », les suivantes sont plutôt des applications à des échelles locales et régionales de l'écologie industrielle

Eco-industrial Park of DEVENS

Porteur du projet	Devens Enterprise Commission
Situation géographique	Ville de Devens - État du Massachusetts - Etats-Unis

Le parc industriel de Devens est situé au Nord-Ouest de la ville de Boston, dans l'Etat du Massachusetts.

Après avoir accueilli pendant de longues années d'importantes activités militaires, cette zone a été abandonnée par l'armée américaine au début des années 1990, provoquant de nombreuses pertes d'emplois au sein de la population locale.

Le projet de réhabilitation de la zone en parc industriel a été pris en charge par l'agence de développement économique du Massachusetts (*Mass-Development*), qui a décidé en 1994 de consulter la population locale sur le profil à donner au redéveloppement de cet espace. Plus de 90% des personnes interrogées ont mentionné le respect de l'environnement et la préservation des ressources comme fil directeur du projet de réaménagement, afin de rompre avec les nuisances des activités précédentes. *MassDevelopment* a ainsi mis en place une équipe de quelques personnes au sein de la *Devens Enterprise Commission*, dont la mission a été d'appliquer les principes du développement durable et de l'écologie industrielle à la gestion du parc. Celui-ci est en service depuis 1996, et accueille aujourd'hui 75 entreprises issues de secteurs variés : hautes technologies, logistique, secteur manufacturier. Certaines de ces entreprises ont d'ailleurs été influencées positivement par la politique de développement durable établie par la *Devens Enterprise Commission (DEC)*. Cette politique est notamment basée sur le programme Eco Star, conçu par un comité de représentant de la DEC, d'entreprises du site, d'organisations non-gouvernementales et de la ville voisine d'Ayer. Un des

principaux objectifs d'Eco Star est d'encourager la mise en réseau et l'engagement environnemental en exigeant de la part des entreprises volontaires, de respecter une quinzaine de critères facilitant l'application des principes d'écologie industrielle et de développement durable.

Ces critères sont par exemple :

- Créer des liens avec d'autres entreprises pour améliorer l'éco-efficacité (achats communs, échange de sous-produits...),
- Partager de l'information avec la communauté,
- Montrer 3 exemples de recyclage,
- Respecter les spécifications des bâtiments durables,
- Réduire l'utilisation de produits toxiques,
- Aider une autre entreprise à atteindre les standards EcoStar,
- Créer son propre standard.

Burnside Industrial Park as an Ecosystem

Porteur du projet	Eco-Efficiency Center, Université de Dalhousie
Situation géographique	Ville de Halifax - Province de la Nouvelle-Ecosse - Canada

Le Parc industriel de Burnside, situé dans la Municipalité Régionale de Halifax en Nouvelle-Ecosse, est un des plus grands parcs industriels au Canada, mais aussi l'un des plus performants. Il s'étend sur environ 1200 hectares, où environ 1400 petites et moyennes entreprises exercent leur activité et emploient approximativement 17000 personnes.

Depuis maintenant plus d'une décennie, le Parc industriel de Burnside fait l'objet de recherches multidisciplinaires et de programmes de développement initiés et suivis par *The School for Resource and Environmental Studies* de l'Université de Dalhousie en vue d'examiner l'application des principes d'écologie industrielle à l'échelle du parc. Pour les responsables du programme, cette opportunité de travailler en relation directe avec une zone industrielle existante de grande envergure est une des caractéristiques principales de ce projet. Les actions mises en œuvre depuis dix ans respectent une logique d'amélioration progressive, qui suit l'évolution des mentalités au niveau local et des pressions réglementaires au niveau régional et national.

La maturité des acteurs locaux, combinée à une crise environnementale majeure liée à l'exploitation d'une décharge sur la Municipalité Régional d'Halifax, a conduit à la création d'un Centre d'éco-efficacité (*Eco-Efficiency Centre*) au sein même du parc, dont la mission est d'améliorer la performance économique et environnementale des entreprises via l'intégration de l'écologie industrielle à l'échelle du parc et dans la région de Halifax.

Celui-ci réalise un travail de proximité en sensibilisant, en formant et en accompagnant les entreprises au management environnemental et à l'optimisation des ressources. *L'Eco-Efficiency Centre* crée des outils et effectue régulièrement des analyses de flux sur des secteurs particuliers. Il soutient la création de réseau d'échange d'information et de matière et identifie des synergies possibles entre des entreprises. L'une de ses actions a conduit par exemple à un projet de mutualisation, au bénéfice des imprimeurs de la zone, d'un système de valorisation des résidus d'argent issus des bains de fixation arri-

vés en fin de vie⁽⁴⁾. Cette technologie n'était pas rentable pour les petites entreprises concernées mais l'est devenue grâce à une action de coopération. Le responsable de l'unité récupère les bains de fixation chez les imprimeurs, retire les résidus d'argent (sa source de revenus), et renvoie à nouveau les bains propres vers les imprimeurs individuels pour réutilisation.

Inter-industrial Material Flow Management - The Rhine-Neckar Experience

Porteur du projet	IUWA (Institute for Eco-Industrial Analysis)
Situation géographique	Ville de Heidelberg - Région de la Rhine Neckar - Etat du Baden Wurtemberg - Allemagne

L'IUWA est un institut allemand spécialisé dans l'analyse économique et environnementale et travaille notamment sur la thématique de l'écologie industrielle auprès des entreprises de la région de *Rhine Neckar*. La ville de Heidelberg se distingue, par ailleurs, pour son action environnementale engagée à l'échelle de son aire urbaine. C'est donc dans un contexte favorable que l'IUWA a décidé d'explorer au milieu des années 90 les opportunités économiques et écologiques d'une coopération entre PME / PMI basée sur des échanges de matières dans la région industrielle de la Rhine-Neckar. Cette initiative est issue d'une réflexion autour d'une problématique régionale de gestion des déchets industriels à laquelle l'IUWA a souhaité répondre en s'inspirant des enseignements des deux expériences d'écologie industrielle reconnues de Kalundborg au Danemark et de la région de la Styrie en Autriche.

L'initiative de l'IUWA est intéressante pour sa démarche en deux étapes. L'institut s'est d'abord intéressé au développement d'un noyau de coopération entre des industriels au sein d'une zone d'activité. Puis, au regard des bons résultats obtenus, l'institut a décidé dans un deuxième temps de s'appuyer sur ce socle relationnel pour élargir le système de coopération interindustrielle à l'ensemble de la région. L'équipe du projet a permis la mise en place d'un *réseau institutionnalisé de gestion des flux de matière* coordonné par deux dirigeants de PME bien reconnus localement. Ce réseau de management environnemental innovant a été créé spécialement pour coordonner les opportunités d'échanges de matière au niveau de la région Rhine-Neckar et répondre à la complexité spatiale, qualitative et quantitative des informations collectées.

Ce réseau a connu de nombreuses difficultés de structuration et de coordination pour des raisons directement liées au jeu des acteurs locaux. L'institutionnalisation du réseau implique des enjeux politiques et stratégiques importants pour les coordinateurs, dont la responsabilité est de gérer les divergences d'intérêt et créer un climat de confiance suffisant pour éviter un blocage complet des échanges et mettre en péril la démarche.

Symbiose industrielle de Landskrona

Porteur du projet	International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE)
Situation géographique	Ville de Landskrona - Suède

(4) Les bains de fixation servent dans le domaine de la photogravure à stabiliser l'image photographique sur film ou papier après développement par dissolution ou neutralisation des restes de sels d'argent non exposés dans l'émulsion.

La symbiose industrielle de Landskrona, dans le sud de la Suède, a été lancée en mai 2003 avec le support de l'agence de développement économique suédoise (NUTEK), en tant que projet pilote suédois dans le domaine de l'écologie industrielle. Ce projet, piloté par l'*International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE)*, implique 19 entreprises et la municipalité de Landskrona, à travers ses départements Technique et Environnement, et son Bureau du Commerce et de l'Industrie.

Le projet de symbiose industrielle est une suite logique à l'action environnementale engagée par l'IIIEE depuis une dizaine d'années auprès des entreprises de la région. L'IIIEE, leader dans les domaines des technologies propres et des outils de gestion environnementale à l'échelle individuelle, souhaite prouver à travers ce projet, les bénéfices d'une approche plus globale et plus collective, où les entreprises coopèrent les unes avec les autres pour améliorer la situation environnementale à l'échelle de la région entière. L'objet du projet est également de tester les facteurs organisationnels pouvant influencer la symbiose, puisque les entreprises locales, mais aussi celles sur le territoire national, manifestent leur souhait de travailler en réseau.

Le projet de *Landskrona* présente de bons potentiels de synergies entre les acteurs impliqués, notamment autour de la fourniture de chaleur sur le réseau municipal, du développement et de l'échange de combustible alternatif, l'échange de produits chimiques et d'eau.

Ce projet est enfin une bonne occasion de montrer les bénéfices des démarches de symbiose industrielle en tant que leviers d'amélioration environnementale à l'échelle régionale.

Symbiose industrielle de Kalundborg

Porteur du projet	Industrial Symbiosis Institute
Situation géographique	Ville de Kalundborg - Danemark

La symbiose industrielle de Kalundborg est sans aucun doute le projet d'écologie industrielle le plus connu dans le monde. Depuis la reconnaissance de ce « modèle de symbiose » par le milieu académique au milieu des années 90 et la création d'un institut dédié (*Industrial Symbiosis Institute*), la commune de Kalundborg, bourgade d'à peine 20 000 habitants, est devenue un véritable mythe.

La symbiose résulte d'une série de projets bilatéraux entre industriels de la zone et la ville de Kalundborg visant avant tout la réalisation de gains économiques à travers l'échange ou la mutualisation de flux industriels. Ces projets se sont développés de manière spontanée et indépendamment les uns des autres depuis le début des années 60. Aujourd'hui, un ensemble de 21 projets constitue un réseau d'échange entre les entreprises et la municipalité autour du recyclage de l'eau et des déchets et l'échange d'énergie et de sous-produits industriels.

Les enseignements de la symbiose sont nombreux et montrent surtout le caractère unique de l'expérience. C'est d'ailleurs le seul cas d'étude présentant des résultats chiffrés sur les bénéfices d'une telle démarche. Toutefois, selon les experts internationaux qui ont analysé en profondeur les fondements de Kalundborg, les avis restent partagés sur la reproduction de cette expérience. Celle-ci rassemble en effet un certain nombre de conditions préalables qu'on ne retrouve pas aisément sur d'autres sites : le niveau de confiance entre les chefs d'entreprises, l'absence de concurrence, etc. Kalundborg

reste cependant, encore aujourd'hui, une référence souvent citée dans les conférences internationales dans le domaine de l'écologie industrielle.

Plate-forme de démonstration en écologie industrielle

Porteur du projet	Centre de Transfert Technologique en Ecologie Industrielle (CTTEI)
Situation géographique	Ville de Sorel-Tracy - Région de la Montérégie, Québec - Canada

Le Centre de Transfert Technologique en Ecologie industrielle (CTTEI) est né à la suite de la conférence internationale de Sorel-Tracy en juin 1998 : « *L'écologie industrielle : une stratégie de développement* ». La création de ce centre avait pour but de consolider l'expertise québécoise dans le domaine de la valorisation des matières résiduelles industrielles. A la suite d'un mandat de trois ans que lui avait confié en 2001 la *Société de diversification économique des régions du Québec et Développement économique Canada*, le CTTEI s'est donné pour mission de développer l'écologie industrielle sur l'ensemble du territoire de la Montérégie. Ce « centre collégial » de recherche s'attache ainsi à développer de nouveaux produits à partir de résidus industriels.

L'un des résultats du CTTEI concerne la commercialisation d'un abrasif utilisé dans le nettoyage par sablage (sandblast) et issu de la valorisation de stériles miniers. Ces derniers ne trouvant plus suffisamment de débouchés sur le marché de la construction en tant que matériaux de base, l'entreprise s'est dirigée vers le CTTEI pour trouver une solution alternative.

Le résidu est une pierre qui est concassée et tamisée à la bonne taille pour être utilisé en projection sous pression dans le nettoyage au jet. Cette matière, normalement destinée à la décharge, est devenue la source d'une nouvelle activité économique. Le gain économique et environnemental a été direct grâce à cette collaboration entre le CTTEI et l'entreprise productrice du déchet. De plus, ce produit vient en remplacement du sable qui posait des problèmes de silicose auprès des utilisateurs. Ce produit qui aurait dû être éliminé en décharge vient finalement apporter une solution à une problématique de santé des travailleurs.

Parallèlement au développement de nouveaux produits, le CTTEI mène un projet d'implantation d'une plate-forme d'écologie industrielle au cœur de la zone portuaire, symbole de l'ancienne activité économique de la région. Ce projet vise notamment à inciter les entreprises à valoriser davantage leur résidus industriels et à favoriser les maillages et le développement de synergies de sous-produits entre entreprises.

By-product Synergy : a Demonstration Project

Porteur du projet	Business Council for Sustainable Development - Gulf of Mexico
Situation géographique	Ville de Tampico - Etat de Tamaulipas - Golfe du Mexique - Mexique

Cette initiative est l'une des premières expérimentations d'écologie industrielle. Elle a été initiée sur la zone industrielle de Tampico au Mexique par la branche régionale du *Business Council for Sustainable Development (Gulf of Mexico)* en octobre 1997. Ce projet a servi par la suite de modèle à de nombreuses autres expériences au Canada et aux États-Unis.

Tampico est l'un des ports les plus actifs du Mexique et le site industriel de la région de *Tampico-Altamira* se prêtait particulièrement bien à une initiative de recherche de synergies de sous-produits (*By-products synergy*) :

- les activités du site étaient liées aux secteurs de la chimie et de la pétrochimie dont les procédés de fabrication génèrent souvent des sous-produits réutilisables,
- la proximité des entreprises devait faciliter les échanges,
- la plupart des entreprises étaient membres d'une association locale d'industriels avait déjà l'habitude de travailler ensemble,
- et enfin 18 des 21 industries impliquées dans le projet étaient certifiées ISO 9000 et ISO 14000.

Tous ces aspects ont représenté des conditions favorables au lancement de ce projet. Fortes de ces conditions favorables, l'idée de l'équipe du projet était de mettre en place une dynamique visant à systématiser les échanges de matières et d'énergie sur le site existant.

Les motivations qui ont mobilisé les acteurs autour de ce projet sont multiples :

- Diminution des consommations énergétiques,
- Réduction de l'impact environnemental de l'activité industrielle,
- Opportunités en terme d'échanges,
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre (par la réduction de la demande en matériaux bruts et de la mise en décharge).

L'objectif du projet était de trouver au moins 5 synergies nouvelles entre les entreprises implantées.

L'étude préalable d'identification des synergies potentielles s'est étalée entre octobre 1997 et janvier 1999. Les différentes phases du projet (Prise de conscience - collecte des données - Analyse et mise en œuvre - Evaluation) ont permis de répertorier 373 flux de matières (199 entrants et 174 sortants) et d'identifier une douzaine de synergies potentielles. Parmi celles-ci, trois synergies ont été mises en place dont une partiellement. Les autres n'ont pas pu aboutir pour des raisons de rentabilité économique, de contraintes réglementaires ou techniques, d'éloignement géographique, ou encore dues à un manque de réactivité ou de confiance. Certaines de ces synergies sont encore à l'étude.

D'une manière générale, les entreprises de la zone industrielle de Tampico présentent une réelle responsabilité individuelle et collective vis-à-vis de l'environnement et du développement durable et continuent d'être attentives aux opportunités d'optimisation de leurs ressources comme l'eau ou l'énergie. Elles communiquent bien entre elles, notamment grâce à l'association qui les rassemble, ce qui leur permet d'entretenir un bon niveau de confiance et d'échanger des bonnes pratiques. L'action de coordination et de lobby auprès du gouvernement mexicain du bureau local du BCSD facilite grandement la réflexion et la mise en œuvre des principes de l'écologie industrielle à Tampico.

A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York

Porteur du projet	Stockholm Environment Institute (SEI)
Situation géographique	Ville de York - Angleterre

Le projet d'analyse des flux de matière de la Ville de York et de calcul de son empreinte écologique, lancé en novembre 2001, est présenté comme l'une des premières études de ce genre au Royaume-Uni. Cette étude a tenté d'évaluer le besoin total en « matière » de la ville, et d'établir ensuite l'empreinte écologique associée à la consommation de ces flux de matière.

Cette initiative a pris place dans une stratégie de plus large envergure du *City Council*, dont le but était de comprendre les voies de mise en œuvre des politiques de développement durable de la Ville. La réalisation d'un Agenda 21 local et le lancement de la campagne « *Planet Trust* » sur les questions du réchauffement climatique sont des exemples d'autres actions de la ville qui ont facilité la réalisation de l'étude.

Mais la raison profonde de cet engouement pour lutter contre le changement climatique et diminuer les impacts écologiques de la ville se trouve dans une réaction à des inondations exceptionnelles dans le centre historique de la ville quelques années auparavant. Les slogans militants sur les murs de la ville : « *Climate change = flood* » parlent d'eux-mêmes. Les résidents de York ne veulent plus revivre cette catastrophe et la ville les a entendus. Le Conseil Municipal a donc décidé de prendre les mesures nécessaires en se donnant comme objectif une communication efficace sur les « styles de vie durables » auprès des citoyens de York. Il a chargé le *Stockholm Environment Institute* de quantifier les flux de matières et d'énergie consommés dans les secteurs domestique, commercial et public, et de proposer l'étude de scénarios, des actions permettant de réduire à la fois le bilan matière et l'empreinte écologique.

Selon l'étude, les besoins en matière d'un résident de York s'élève à près de 19 tonnes par an, chiffre légèrement supérieur à la moyenne nationale du Royaume-Uni. Cela correspond par ailleurs à une empreinte 70% supérieure à celle permettant un partage équitable des ressources de la planète. Ces résultats montrent aux habitants de York l'inégalité flagrante de leur niveau de vie et celui des autres pays dits du « Sud ».

Sur le plan méthodologique, une question est soulevée par le *Stockholm Environment Institute* sur la précision de l'empreinte en tant qu'indicateur. Cette précision évolue d'année en année avec l'affinement des mesures et pourrait à terme conduire à une augmentation de l'empreinte d'un même territoire alors que de réels efforts ont été entrepris pour la diminuer et décourager le public par rapport à ce qu'il a fait. Un travail régulier de réactualisation des données précédentes représente un coût supplémentaire non négligeable qu'il est nécessaire de prendre en compte.

Les analyses de flux doivent également bien considérer le type de données collectées. Dans cette étude à York par exemple, une attention particulière a été portée aux émissions de dioxyde de carbone issues des consommations d'énergie. Les émissions de CO₂ dans les secteurs des ménages, du transport et des services publics et commerciaux ont été calculées suivant la même méthode que le gouvernement et donnent ainsi des résultats similaires. Cependant, en ce qui concerne l'industrie, les chiffres de York prennent en compte la quantité totale de CO₂ émis pour fournir à la Ville la globalité de ses biens consommables (quelque soit le lieu de production), alors que les chiffres du gouvernement ne prennent en compte que les émissions industrielles directes de CO₂ (issues des usines, de l'extraction minière, de l'exploitation des carrières...). York fait donc exploser ses indicateurs sur les émissions de CO₂ avec 7.5 tonnes par habitant, contre 2.5 tonnes par habitant à l'échelle du Royaume-Uni. Cela ne signifie en aucun cas que York est plus industrialisée que la moyenne nationale mais que la méthode utilisée est basée sur la consommation des biens, quelque soit leur lieu de fabrication.

La méthode employée par le gouvernement lui permettrait ainsi de réduire ses émissions en important plus de produits (et en fabricant moins) et en déplaçant ainsi les atteintes à l'environnement vers d'autres pays (généralement des pays en développement).

D'une manière générale, même si l'initiative n'a pas apporté tous les résultats escomptés par le *Stockholm Environment Institute*, elle donne un bon aperçu des portées et des limites des analyses de flux de matière et de l'empreinte écologique en tant qu'outil d'aide à la décision et outil pédagogique de sensibilisation et de vulgarisation des conséquences des modes de vie consuméristes.

Porteur du projet	<i>Triangle J Council of Governments</i>
Situation géographique	État de la Caroline du Nord - Etats-Unis

Industrial Ecosystem Development Project

Le Projet de Développement d'un Ecosystème Industriel est l'une des applications d'écologie industrielle les plus reconnues à l'échelle régionale, principalement pour la méthodologie développée et la documentation construite.

Ce projet a été initié et réalisé par le *Triangle J Council of Governments (TJCOG)*. Cet organisme est notamment chargé du développement économique et de la planification à l'échelon local et régional de la Région « J » de l'Etat de Caroline du Nord⁽⁵⁾.

Le projet a été lancé en 1997 dans la continuité d'autres initiatives éco-industrielles aux Etats-Unis et a fait l'objet de deux phases de financement par l'Agence Américaine pour la Protection de l'Environnement (US EPA). La première phase, pour la période de juin 1997 à mai 1999, a permis de réaliser la plus grande partie du projet qui a établi un état des lieux des partenariats interindustriels potentiels dans la région de *Raleigh* (recouvrant 6 comtés et plus d'un million d'habitants sur 8500 km²). La deuxième phase a été réalisée entre mai 2000 et juin 2002 et s'est focalisée sur les réductions d'énergies possibles sur des zones industrielles par la mise en place de partenariats industriels.

La première phase du projet, basée sur une analyse de flux de matière, a été conçue pour répondre à deux problématiques différentes : d'abord, celle des industriels qui cherchent à **réduire les coûts d'utilisation** des ressources **et d'élimination** des déchets au sein de leur entreprise. Ensuite, celle des organisations publiques cherchant à promouvoir une **société moderne durable** en identifiant des moyens de transformer des déchets en produits utiles, réutilisables et de réduire les émissions de gaz à effet de serre, la pollution dans l'eau et les mises en décharge. Le travail engagé a permis d'explorer des partenariats potentiels autour de 49 matériaux différents, parmi lesquels 12 présentaient de réelles opportunités : Acétone, carbone, déshydratant, acide hydrochlorique, méthanol, emballages, sacs plastiques, sciure, hydroxyde de sodium, cendres de bois, copeaux de bois, poussières de bois.

La deuxième phase s'est intéressée à une analyse des réductions d'énergie au sein de huit zones industrielles (quatre en activité et quatre en développement) en collaboration avec des acteurs économiques et institutionnels tels que les Chambres de Commerce et les Commissions de Développement Economique. Une grande partie du budget de

(5) Aux Etats-Unis, chaque Etat est divisé en sous-régions qui reçoit une lettre de l'alphabet comme identifiant. La région J rassemblant 7 comtés différents : Durham, Wake, Johnston, Lee, Moore, Chatham et Orange.

cette phase a été utilisé dans la réalisation d'une étude comparative entre différentes options de compostage au sein d'un parc d'activité.

Durant la durée du projet, un partenariat a été développé entre un fabricant de pièces pour automobile et son voisin autour de l'échange de costumes de laboratoire.

L'industriel utilisant ses costumes étant un laboratoire, il ne peut pas les réutiliser pour des raisons d'hygiène. Cependant, le fabricant de pièces pour automobile pouvait les réutiliser pour des opérations de peinture. Ce dernier achetait les costumes utilisés à 1 USD pièce au lieu de 3,75 USD pour des neufs. Le fabricant de pièces pour automobile gagnait environ 40 000 USD par an grâce à cet arrangement. Deux livraisons de costumes neufs étaient par la même occasion évitées, soit 23 430 km de camions et 2,1 tep évités⁽⁶⁾.

Ce type de projet illustre bien le type de projet qui peuvent se développer grâce à une communication accrue entre les industriels. Malheureusement aujourd'hui, le partenariat a été arrêté après une année car le laboratoire a suspendu ses activités consommatrices de costumes Tyvek.

Ces deux phases ont été menées à terme, mais l'activité du projet a été suspendue dans l'attente d'un financement qui permettrait d'assurer un suivi des partenariats identifiés. La restructuration de la US EPA au cours de l'année 2003 et les coupes dans les budgets de l'environnement par l'administration américaine n'ont pas permis d'aller plus loin dans l'initiative. Ce manque de soutien financier sur le long terme a porté directement atteinte aux résultats du projet qui ne reflètent pas les efforts engagés par ses responsables. Ceci met en lumière des contraintes de viabilité financière que d'autres projets connaissent également.

Porteur du projet	Chelsea Center For Recycling and Economic Development (CCRFED)
Situation géographique	État du Massachusetts - Etats-Unis

Assessing the Flow of Materials in a Region

Le *Chelsea Center For Recycling and Economic Development (CCRFED)* a été créé en 1995 par le *Commonwealth* de l'Etat du Massachusetts (structure du gouvernement d'Etat), en lien avec l'Université du Massachusetts. Le CCFRED n'existe plus depuis juin 2003⁽⁷⁾, mais il a initié et mis en place un bon nombre d'actions visant l'application des principes d'écologie industrielle.

Le but du CCFRED était d'aider à la structuration d'une « économie durable » dans l'Etat du Massachusetts, où les entreprises implantées étaient appelées à mieux utiliser les ressources locales et à se développer à partir de matériaux issus de la valorisation et de la réutilisation de ressources locales.

En 1999, l'Etat du Massachusetts établissait un constat simple : les entreprises et les résidents de l'Etat généraient plus de 13 millions de tonnes de déchets, soit 1/3 de plus que dix ans auparavant. Ce constat a conduit à l'élaboration en 2000 d'un plan d'action (*Beyond 2000 : Solid Waste Master Plan*), développé par le Département de la

(6) Hypothèse : 20 miles/gallon de carburant, 115 000 BTU/gallon (1 British Thermal Unit = 1055,05 Joules), 1 tep = 42 milliards de joules

(7) Le CCFRED a mis fin à ses activités pour des raisons de désaccords sur son mode de fonctionnement entre l'Université du Massachusetts, dont il faisait partie, et le Bureau Exécutif des Affaires Environnementales (Executive office of Environmental Affairs), sur lequel reposaient les financements des projets coordonnés par le Centre. En aucun l'activité elle-même a été remise en cause. Selon le responsable rencontré, le Centre et ses activités devaient d'ailleurs revoir le jour sous une autre forme.

Protection Environnementale du Massachusetts (*Massachusetts Department Environmental Protection*), et qui visait une réduction de 70% de la quantité de déchets solides éliminée annuellement dans sur le territoire avant l'année 2010. Et ceci grâce à des actions engagées de recyclage, de réutilisation et de réduction des déchets. L'Etat du Massachusetts continue de soutenir activement ces démarches car elles contribuent, en évitant l'élimination des déchets par la mise en décharge ou l'incinération, à l'amélioration de la santé publique et de l'environnement. De plus elles renforcent les économies locales en créant des emplois et en générant des revenus pour la collectivité et l'Etat via des taxes.

La mission du CCFRED était de mettre en place les structures nécessaires à la gestion durable des flux de matière dans l'Etat du Massachusetts. Le *Chelsea Center* permettait ainsi aux entreprises d'assurer localement leur approvisionnement en matériaux sur le principe de la réutilisation et minimisait la pression sur l'environnement en réduisant la production de déchets, la mise en décharge, la pollution et la dépendance vis-à-vis de certaines matières premières.

Pour atteindre ses objectifs, le *Chelsea Center* a développé une démarche appelée « *Recycling-Based Community Economic Development (RBCED)* », soit un mode de développement économique basé sur des activités de recyclage et de réutilisation de la matière.

Le *Chelsea Center* a accompagné et a contribué au financement de projets portés par des collectivités ou des chambres de commerce (voir encadré) pour estimer des flux de matériaux et identifier des opportunités d'affaires en vue de créer ou de développer de nouvelles activités et des emplois locaux.

En direction des collectivités, l'action du *Chelsea Center for Economic and Recycling Development* a permis d'initier des démarches d'écologie industrielle en réponse à des situations de déclin économique :

Dans la ville d'*Adams/North Adams*, le *Center for Ecological Technology* a reçu du CCFRED une subvention pour réaliser une étude de flux matière avec d'autres partenaires locaux dans le but d'identifier des opportunités d'affaires dans la région et de contribuer à la reconstruction de l'économie locale. L'initiative a permis de travailler de manière coopérative tout en réduisant les coûts de mise en décharge et d'achat de matières premières.

Dans la ville de *Springfield*, les autorités locales se sont initialement intéressées au redéveloppement d'un site industriel local en parc éco-industriel. La population était dans le même temps en demande de nouveaux emplois, d'une vitalité nouvelle et, en quelque sorte, d'une nouvelle réputation en tant que « communauté innovante et non polluée ». La ville et les résidents ont décidé d'un commun accord que ce site industriel deviendrait un « symbole » au croisement d'un « environnement propre » « et d'une économie prospère ».

La Ville de *Taunton* a vu son activité économique manufacturière diminuer progressivement au cours des dernières décennies. La présence de nombreuses friches industrielles généralement contaminées, ainsi qu'un niveau de revenu des ménages bien en dessous de la moyenne a amené l'Etat du Massachusetts à considérer cette région comme prioritaire pour la revitalisation économique. L'identification de nouvelles activités manufacturières, le renforcement des entreprises locales existantes, et la création d'emplois figurent parmi les objectifs prioritaires de la ville. Pour atteindre ces objectifs, la ville a inventorié les flux de déchets solides d'un certain nombre d'entreprises manu-

facturières. Elle a ensuite évalué les potentiels de réutilisation de ces flux par de nouvelles entreprises de fabrication et les nouvelles opportunités d'affaires pour des entreprises de recyclage existantes.

Le CCFRED a ainsi appuyé techniquement et financièrement un comité de la Chambre de Commerce de New Bedford (le Sustainable Greater New Bedford (SGNB)), pour examiner les flux de trois types de déchets mis en décharge et impactant l'économie et l'environnement local :

- Les déchets organiques générés par l'agro-industrie du poisson,
- Les déchets de caoutchouc issus des entreprises manufacturières locales,
- Les déchets de bois issus des activités de construction et de démolition.

L'objectif de cette démarche était de trouver de nouvelles voies de valorisation pour ces déchets.

La ville de New Bedford est située sur la côte Est des Etats-Unis (au Nord de Boston) et son activité économique autour du poisson pose de graves Le SGNB a donc réalisé une analyse des flux de déchets organiques issus des activités de restauration, des supermarchés, et des institutions locales.

Cette démarche a permis au comité de découvrir l'existence de l'entreprise Advanced Marine Technologies (AMT), une petite entreprise spécialisée dans la production d'engrais et de fertilisants à partir des déchets de poissons. Le SGNB a vu l'opportunité d'accompagner le développement de cette petite entreprise afin de mieux valoriser les grandes quantités de déchets de poissons de la région. Grâce à l'assistance du CCFRED, le SGNB a pu fournir à l'entreprise AMT les services nécessaires à ce développement (marketing, business plan, etc.) et l'a aidé à mieux s'intégrer sur le territoire. La transformation des déchets de poisson en une matière première secondaire AMT a renforcé l'économie locale en permettant à une trentaine d'entreprises locales de réduire, voire d'éliminer leurs coûts de traitement de déchets. De plus, en valorisant 30 000 tonnes de déchets de poisson par an, AMT a contribué à la diminution des impacts directs sur l'environnement en réduisant fortement les quantités de ces déchets envoyés dans les deux décharges locales, ainsi que les quantités d'azote dans la baie voisine de Buzzards. A travers cette action avec l'entreprise AMT, la Chambre de commerce de New Bedford a découvert une nouvelle manière de stimuler l'économie locale et a identifié d'autres opportunités d'affaires par la valorisation de déchets. Elle continue ainsi de renforcer les performances et la compétitivité des activités locales (notamment celles basées sur la réutilisation de la matière), de pérenniser et de créer les emplois locaux, et d'allonger la durée de vie des décharges locales.

Il faut enfin noter que cette initiative n'aurait jamais pu aboutir sans la détermination du Président de la Chambre de Commerce qui a souhaité voir émerger un projet d'écologie industrielle sur son territoire d'intervention.

National Industrial Symbiosis Programme (NISP)

Porteur du projet	Business Council for Sustainable Development (BCSD), North Sea Region
Situation géographique	Ville de Birmingham - Royaume-Uni

Le *National Industrial Symbiosis Programme* (NISP) est un projet mis en place et coordonné par la branche régionale anglaise du Business Council for Sustainable Development (BCSD-UK), inspiré du projet de Tampico au Mexique, afin de développer régionalement des symbioses industrielles sur le territoire du Royaume-Uni.

L'idée du programme NISP est issue d'une étude d'opportunités réalisée en 2000 sur les avantages des principes de la symbiose industrielle sur la performance des entrepri-

Cas du biodiesel

Via son action de coordination, le programme NISP entretenait des liens avec deux entreprises situées dans des régions différentes de l'Angleterre. L'une est British Industrial Plastic Ltd (BIP), du secteur de l'industrie chimique et basée dans le West Midlands ; l'autre est RIX Biodiesel, spécialisée dans les biocarburants et basée dans le Humberside.

Dans un contexte économique difficile pour les produits chimiques sur le marché anglais et dans une période suivant la fin d'un contrat important, l'entreprise BIP a subi une baisse importante d'activité au cours de l'année 2001. L'entreprise avait alors besoin d'identifier de nouvelles opportunités sur le marché anglais et s'est intéressé, via son équipe Recherche & Développement, au succès commercial du biodiesel. Produire du biodiesel à partir d'huile usagée correspondait parfaitement à la stratégie de développement de l'entreprise qui visait une activité nouvelle en lien avec les énergies renouvelables et les technologies de recyclage. Cette initiative allait également dans le sens des changements prévus dans la législation anglaise et devant interdire la réutilisation des huiles végétales dans la nourriture pour animaux.

BIP disposait à ce moment de capacités de production en excès et d'une riche expertise technique. Mais il lui manquait l'huile végétale à recycler et les marchés de distribution correspondants.

A travers le programme NISP, BIP a été mis en contact avec l'entreprise RIX Biodiesel qui était, quant à elle, dans une position inverse. RIX avait identifié les sources d'huile végétale usagée et connaissait bien les marchés disponibles grâce à son activité de distribution de biocarburant. Il lui manquait par contre les installations industrielles pour la fabrication du biodiesel et avait annoncé qu'elle allait investir 10 millions de £ pour construire une usine dédiée.

Le projet n'a pas tout de suite été rentable commercialement, mais la législation anglaise a introduit, via le Finance Act 2002, une réduction de taxe sur les carburants produits à partir de sources renouvelables.

Dans la période qui a suivi cette baisse de taxe, BIP a commencé à produire de petites quantités de biodiesel, distribuées sur le réseau de RIX Biodiesel. Le succès des essais menés a finalement convaincu BIP de réhabiliter l'une de ces usines pour la fabrication de biodiesel et a transformé sur l'année 2003 plus de 15 millions de litres d'huile végétale usagée en biodiesel. En 2004, BIP a souhaité augmenter ses capacités et a reçu de la part de l'agence de l'environnement anglaise l'autorisation de produire 50 millions de litres (45 000 tonnes) de biodiesel par an.

RIX et BIP ont signé début 2003 un contrat de long terme, ce qui a permis de sauvegarder 25 emplois chez BIP et d'en créer 2 chez RIX.

Cette initiative a également permis de diminuer les émissions de CO₂ (les gaz à effet de serre issus du biodiesel sont 55% plus faibles que ceux issus des combustibles fossiles), de réduire les consommations d'énergie d'origine fossile et de contribuer à la réduction de la pollution (oxyde d'azote, particules, monoxyde d'azote, composants aromatiques, etc.).

ses locales de la région du *Humberside*. Son objectif global est d'amener des réseaux régionaux de symbioses industrielles existants ou en développement sous le même « parapluie » afin de centraliser leur coordination et de faciliter le dialogue et la création de nouveaux programmes.

Les objectifs spécifiques de NISP sont les suivants :

- Développer un programme national de symbiose industrielle, basé sur des actions régionales et conçu pour réduire de manière significative la production de déchets par l'industrie et de rendre celle-ci plus « éco-efficace »,
- Collecter et diffuser les informations relatives au développement de produits à partir d'un flux de déchets et le développement de marchés pour des matériaux recyclés,

- De fournir une méthodologie pratique grâce à laquelle les entreprises pourront répondre aux politiques gouvernementales sur la productivité des ressources,
- D'identifier, de capitaliser et de diffuser l'information relative aux meilleures pratiques dans les réseaux de symbiose industrielle,
- D'identifier les barrières politiques, législatives, économiques et techniques au développement des réseaux de symbiose industrielle et les communiquer aux décideurs concernés afin de faciliter leurs levées.

Le développement d'un tel programme a notamment permis de faciliter la création de partenariats de type « synergies interindustrielles » et l'amélioration de l'éco-efficacité de chacune des entreprises grâce à des actions de coopération. Le programme coordonne une douzaine de projets régionaux qui disposent aujourd'hui de résultats significatifs et continuent de susciter les intérêts des entreprises et des agences de développement économique.

L'un des résultats les plus significatifs du programme est le rapprochement de deux industriels qui ne se connaissaient pas, conduisant à la création d'une activité de production de biodiesel à partir d'huile végétale usagée (voir encadré).

3 • Analyse transversale des études de cas : 10 enseignements

Nous présentons ici les 10 enseignements principaux que nous avons retirés de l'analyse transversale des études de cas.

Ces enseignements sont les suivants :

1. *L'écologie industrielle est un outil de concrétisation du développement durable car elle conjugue la construction d'une vision de moyen terme pour le territoire et ses acteurs tout en identifiant des pistes d'action de court terme,*
2. *Le choix de l'écologie industrielle comme stratégie de développement est intervenu suite à des problèmes structurels de territoire,*
3. *Le choix du territoire (quartier, zone industrielle, ville, région, etc.) est généralement fonction de l'acteur porteur et des problématiques de territoire,*
4. *Le bon avancement des démarches est rendu possible par l'engagement, le volontarisme et la détermination d'une ou plusieurs personnalités fortes,*
5. *Le caractère global et systémique des projets d'écologie industrielle est assumé par un groupe d'acteurs variés aux rôles complémentaires,*
6. *La réalisation d'actions concrètes et la pérennité de la démarche est assurée par une structure d'animation dédiée,*
7. *Les stratégies développées visent la dématérialisation de l'économie et passent d'abord par une valorisation systématique des déchets,*
8. *La réglementation fiscale et environnementale et d'autres instruments économiques ont un effet de levier non négligeable sur l'impulsion et la réalisation des projets,*
9. *L'intérêt des acteurs engagés et les systèmes dans lesquels ils s'insèrent ont des temporalités différentes et influence l'avancement des initiatives,*
10. *Les contextes de mise en œuvre, le manque d'outils et de résultats disponibles peuvent être des freins à l'émergence ou à la réussite des initiatives.*

3.1 • L'écologie industrielle conjugue court terme et moyen terme

L'écologie industrielle est à la fois une nouvelle vision du développement des territoires et une stratégie proposant des actions de plus court terme répondant aux besoins des acteurs concernés, aussi bien publics que privés. L'écologie industrielle est par ce biais un outil de concrétisation du développement durable.

Sa vision écosystémique⁽⁸⁾ offre un cadre de réflexion solide pour le développement de nouveaux modèles de régulation et d'outils d'aide à la décision pour l'aménagement durable des territoires et l'éco-restructuration des systèmes économiques locaux. Elle apporte aux acteurs impliqués une lecture renouvelée du territoire et de leurs interactions, et facilite la mobilisation autour d'un projet fédérateur où chacun trouve ses intérêts et son rôle.

La démarche est participative, prospective et s'accompagne d'une approche de concertation, d'implication et d'appropriation, afin d'assurer le succès et la pérennité de l'initiative envisagée. Elle s'appuie sur le savoir et l'expertise locale dans une perspective de changement à moyen terme.

Dans le même temps, la démarche identifie des problématiques plus « urgentes » et propose, grâce aux outils méthodologiques qu'elle déploie, des débouchés aux bénéfices économiques, environnementaux et sociaux plus immédiats : dynamisation des réseaux d'entreprises, création d'activités nouvelles, développement de nouveaux produits, production d'indicateurs de suivi, diminution des coûts de matières premières et d'élimination des déchets.

Ce premier point d'analyse est commun à toutes les études de cas.

3.2 • L'écologie industrielle est une réponse à des situations de crise

Dans la majorité des cas étudiés, le choix de l'écologie industrielle comme stratégie de développement est intervenu suite à des problèmes structurels de territoire, généralement liés à des phases de déclin économique ou des crises sociales et environnementales (réhabilitation de friches industrielles, perte d'emplois, crise énergétique, pénurie de matière première, etc.). Dans ce type de contextes, les décideurs locaux se trouvent face à des exigences de changement brusque auxquelles ils ne sont généralement pas préparés. Les choix et les orientations en cours sont ainsi bousculés et les nouvelles dispositions s'accompagnent souvent d'un phénomène de rupture avec les pratiques du passé. Des espaces d'expérimentation de stratégies innovantes se libèrent, en lien avec des efforts de coopération, particulièrement pertinents dans le domaine de l'environnement.

A Kalundborg, deux impulsions ont été apportées aux différents échanges déjà existants : en 1973 et en 1978 au moment des deux crises pétrolières. C'est d'ailleurs la crise de 1978 qui, provoquant une montée des prix du pétrole, a décidé la municipalité de Kalundborg d'exploiter les excédents de vapeur de la centrale thermique dans son réseau de chaleur.

Dans l'Etat du Massachusetts, plusieurs collectivités dont l'activité manufacturière dimi-

(8) *L'approche écosystémique (la systémique appliquée aux écosystèmes), en proposant une analogie entre le fonctionnement des systèmes territoriaux et celui des écosystèmes, vise l'intégration des éléments constitutifs de la société (système social, infrastructures, activités économiques...) dans l'environnement naturel, dans l'optique de maîtriser les interactions entre ces deux dimensions et de trouver des solutions pour améliorer la qualité de vie.*

nuait fortement, ont choisi de relancer leur économie locale en réalisant une analyse systématique des flux régionaux de matériaux en vue de créer de nouvelles activités et des emplois locaux.

Aux Etats-Unis, la levée de bouclier des populations civiles face à l'implantation d'incinérateurs, est également source de changement d'orientation.

Les choix réalisés par les décideurs locaux se sont en effet orientés vers des politiques « zéro déchets », dont s'est inspirée par exemple la municipalité régionale d'Halifax pour répondre à une crise environnementale due à une mauvaise conception de décharge. Des fuites de lixiviat⁽⁹⁾ provoquant odeurs et présence d'oiseaux avaient poussé les proches résidents à exiger de la municipalité le rachat de leur maison. Au moment des faits en 1996, 97% des déchets étaient mis en décharge. Les responsables politiques se sont alors donnés l'objectif ambitieux de renverser ce taux en visant un niveau de valorisation à hauteur de 88% en 2006. Le parc industriel voisin de Burnside a directement bénéficié de cette nouvelle impulsion, créant un contexte favorable à la création d'un *Eco-Efficiency Center*.

3.3 • Les approches développées répondent à des problématiques de territoire

Les objectifs de dématérialisation de l'économie et de diminution des polluants dans l'environnement sont communs à toutes les initiatives d'écologie industrielle visitées au cours de ce retour d'expériences. Cependant, il n'y a pas vraiment de « profil type » dans les démarches développées, chacune d'entre elles reflétant les spécificités du territoire concerné et les besoins des acteurs impliqués : redéveloppement de friches, recherche de rentabilité via des partenariats interentreprises, développement économique régional basé sur la réutilisation de la matière, lutte contre le changement climatique et sensibilisation des résidents urbains, etc.

Les échelles d'intervention sont très variables d'un projet à l'autre, allant du parc d'activité à l'échelon national, en passant par la ville et la région. Les niveaux régionaux et locaux restent toutefois les mieux considérés dans les études de cas.

Le choix du territoire (quartier, zone industrielle, ville, région, etc.) est généralement fonction de l'acteur porteur et des partenaires directs du projet. La prise de conscience des interactions entre les échelles du territoire est assez récente et un effort a été entrepris pour comprendre les enjeux qui les relient et les articulations possibles. C'est pourquoi les experts de l'écologie industrielle, qui ont d'abord polarisé leur réflexion sur le *développement éco-industriel* de parcs d'activité, comme ce fût le cas aux Etats-Unis à la fin des années 1990⁽¹⁰⁾, prennent mieux en compte l'échelle régionale pour optimiser l'utilisation des ressources du territoire. Les opportunités de synergies interentreprises, souvent limitées à l'échelle restreinte d'une zone, sont plus nombreuses sur un territoire plus large. Cette extension géographique des projets permet également de mettre en perspective les flux de matières et d'énergie locaux avec ceux de la région où certaines ressources peuvent être critiques.

D'une manière générale, les analyses de flux préalables sont pratiquement systématiques à toutes les initiatives étudiées.

(9) Le lixiviat est le liquide résiduel qui provient de la percolation de l'eau à travers les déchets. Il est chargé en polluants organiques, minéraux ou métalliques et diffuse généralement une odeur très nauséabonde.

(10) *Eco-Industrial Park Workshop Proceedings [October 17-18, 1996]. Task force Report, President Council for Sustainable Development (PCSD), February 1997.*

3.4 • Des personnalités clés assurent le rôle de « locomotive »

C'est une règle presque universelle pour les initiatives volontaristes, il y a toujours un individu moteur à l'origine d'une action collective. L'engagement d'un groupe d'acteurs dans une démarche d'écologie industrielle, loin d'être un processus lisse et spontané, n'y échappe pas.

Les motivations liées au lancement des initiatives sont variées. Elles sont généralement impulsées par des contextes de crise, comme nous l'avons vu précédemment, mais sont également associées à d'autres facteurs comme l'intervention du monde académique, la recherche de rentabilité économique ou des nouvelles réglementations fiscales ou environnementales.

Cependant, dans tous les cas, le bon avancement des démarches est rendu possible par l'engagement, le volontarisme et la détermination d'une ou plusieurs personnalités fortes. Celles-ci possèdent une influence marquée dans les sphères politiques ou industrielles et peuvent faciliter des prises de décision financières.

Ces « individus moteurs », soucieux de mettre en pratique une « éthique de la responsabilité », sont convaincus du bien-fondé de l'écologie industrielle et ont su, au moment voulu, mobiliser les ressources organisationnelles, humaines et financières nécessaires à la mise en œuvre des projets.

3.5 • Les jeux d'acteurs respectent le principe de diversité

Les démarches d'écologie industrielle impliquent des acteurs diversifiés aux rôles complémentaires.

On trouve parmi les différents cas d'étude, des configurations différentes pouvant impliquer des entreprises (PME/PMI ou appartenant à de grands groupes industriels), des universités, des centres de recherche, des associations, des ministères et des organismes déconcentrés de l'Etat, des collectivités territoriales, des cabinets de conseil, des chambres de commerce, des agences de développement économique, et la société civile.

Cette diversité illustre l'analogie avec les écosystèmes naturels dont l'un des principes fondamentaux est la complémentarité et le niveau de coopération des espèces et des organismes pour se partager les ressources en présence.

Les entreprises sont des acteurs incontournables puisque leurs activités, en consommant des ressources et en générant des déchets, induisent les principaux flux de matière et d'énergie de l'économie. Cependant, les industriels ne sont généralement pas des « initiateurs », mais plutôt des acteurs opérationnels dont l'implication concrète et la prise d'intérêt facilitent grandement la bonne avancée et la réussite des projets. C'est le rôle dit de « champion », rempli par ou deux industriels locaux qui, en tant qu'éléments moteurs, vont servir de garants aux autres entreprises.

L'impulsion initiale est souvent créée par une action extérieure au milieu d'affaire, soit par des universités, des centres de recherche, ou des associations, soit par des acteurs chargés du développement économique ou d'animation de réseaux tels que des collectivités territoriales, des chambres de commerce, des agences de développement économiques, etc.

Les universités contribuent largement à la mise en pratique de l'écologie industrielle. En mobilisant des chercheurs et des étudiants sur les projets, permettent non seulement

d'apporter une validation scientifique aux actions engagées, mais aussi d'inscrire les démarches sur des temps plus longs que ceux du monde économique.

Les collectivités territoriales sont de plus en plus présentes dans les projets d'écologie industrielle. Leur intervention n'est pas systématique mais leurs différents champs d'activité, liés à la fourniture de services techniques et sociaux (gestion des déchets, distribution d'eau potable, traitement des effluents, production d'énergie, éducation, formation, accompagnement à la réinsertion sociale, etc.), et à la gestion d'infrastructure et de parc d'activité, au développement économique et à l'aménagement du territoire, laissent entrevoir de belles perspectives d'intégration de l'écologie industrielle dans leur politique et leurs projets. A travers les différentes études de cas, elles y contribuent de plusieurs manières. En tant que financeurs directs, coordinateurs, ou encore « facilitateurs » en créant des mécanismes d'incitation liés à la réglementation environnementale ou fiscale.

Les agences de développement économiques et les chambres de commerce peuvent également être au cœur de certains projets. Ces entités doivent dorénavant prendre en compte les problématiques environnementales et les principes du développement durable dans leur stratégie d'accompagnement des entreprises. Dans des pays comme la Suède, l'Angleterre ou les Etats-Unis, l'écologie industrielle leur apparaît comme une démarche concrète conciliant bien les enjeux de protection de l'environnement avec les intérêts des entreprises. Par ailleurs, elles représentent de bonnes sources d'information pour les analyses de flux de matière et d'énergie qu'elles considèrent comme des outils attractifs dans l'identification d'opportunités d'affaires à l'échelle locale et régionale.

Enfin, dans certains cas, les associations d'entreprises, accompagnées par des cabinets de conseil spécialisés, sont des relais intéressants pour la mise en œuvre de projets. La communication existante et la culture de la coopération qu'elles développent, facilitent la sensibilisation et la mobilisation des entreprises, ainsi que l'identification de partenariats.

3.6 • Les structures locales d'animation et de coordination jouent un rôle indispensable

Les démarches d'écologie industrielle rapprochent des acteurs n'ayant pas l'habitude de travailler ensemble. Les difficultés inhérentes au maintien d'un bon niveau de communication et de coopération ont rendu indispensables les actions locales d'animation et de coordination pour éviter l'essoufflement des dynamiques engagées.

Les structures assurant la coordination des projets ne font généralement pas partie du monde économique. Dans certains cas, il s'agit de centres de recherche ou d'universités, ou encore d'organismes chargés du développement économique, qui prennent en charge ce rôle d'animation à travers de nouvelles compétences.

Dans d'autres cas, une structure d'animation dédiée est créée (comme dans le cas de l'*Eco-Efficiency Centre* sur le parc industriel de Burnside). Il s'agit alors d'associations à but non lucratif ou des organisations non gouvernementales (ONG) financées par les différents partenaires du projet.

Ces structures interviennent aussi bien auprès des entreprises qu'à l'échelle d'une ville ou d'une région.

Les actions qu'elles initient visent par exemple le développement économique basé sur la réutilisation des matériaux et des sous-produits, la sensibilisation des acteurs engagés, la création et le partage de bases de données sur les flux, l'analyse des modes de

consommation et de production (en terme de ressources utilisées et de déchets générés), la recherche de synergies interentreprises, le rapprochement public/privé (à travers le partage des financements par exemple), l'amélioration des systèmes de gestion environnementale et de l'éco-efficacité des entreprises...

Les missions de ces structures coordinatrices sont globalement les suivantes :

- Construire un climat de confiance entre les acteurs locaux et les accompagner dans la définition d'une vision de long terme pour le territoire,
- Animer et coordonner un groupe d'acteurs volontaires et représentatifs de la société (industriels, collectivités territoriales, institutions publiques et para-publiques, acteurs sociaux, citoyens...) autour des enjeux et des principes de l'écologie industrielle,
- Sensibiliser et former les membres et créer des forums de discussion,
- Proposer un appui technique et opérationnel à travers des analyses de flux et aider à l'identification de partenariats et de projets pilotes,
- Catalyser ou mettre en œuvre des projets d'écologie industrielle,
- Servir de relais avec les institutions, les autorités réglementaires, les programmes de recherche nationaux et régionaux, les bailleurs de fonds, les associations de protection de la nature,
- Entretenir un échange permanent avec d'autres expériences en cours en France et à l'étranger,
- Développer et mettre en œuvre des systèmes d'évaluation des projets en cours et documenter ces projets sur la base d'un référentiel commun,
- Assurer un suivi régulier des acteurs et des projets mis en œuvre.

3.7 • La valorisation systématique des déchets est une première étape vers la dématérialisation de l'économie

Comme nous venons de le voir, les acteurs impliqués dans une démarche d'écologie industrielle s'organisent les uns avec les autres en fonction de leur rôle et de leur domaine de compétence afin d'infléchir les modes de production et de consommation actuels. Pour cela, ils élaborent et déploient une série de stratégies opérationnelles dans le but de faire évoluer le système économique vers un fonctionnement moins consommateur en ressources et produisant moins de déchets et de polluants.

Ces stratégies sont le résultat d'une combinaison de politiques intégrées de gestion des ressources, d'outils de régulation, d'instruments économiques, d'information et de sensibilisation des acteurs. En voici quelques exemples :

Passage d'une gestion des déchets à une gestion des ressources

L'un des efforts culturels les plus importants à réaliser lorsque l'on s'attache à mettre en œuvre une démarche d'écologie industrielle, est de ne plus considérer les déchets comme des matières inutiles mais plutôt comme des ressources à part entière. Les stratégies qui découlent de cette notion sont notamment basées sur l'approche des 3R (Réduire, Réutiliser, Recycler) qui montre bien que les activités de recyclage n'interviennent qu'en dernier lieu dans la gestion des déchets, avant l'élimination des matières ultimes bien sûr.

Dans la pratique, ces stratégies se concrétisent pour l'entreprise par la transformation de son contrat de gestion des déchets solides qui la lie avec son prestataire de service,

en un contrat de gestion des ressources. Dans ce cas, le prestataire n'est plus rémunéré sur le volume des déchets collectés et traités, mais au contraire sur un service de réduction à la source des déchets suivant des objectifs fixés de concert avec l'entreprise.

Réduction à la source des produits toxiques

L'utilisation de produits toxiques entraîne souvent des dommages irréversibles dans l'environnement et des effets néfastes sur la santé humaine. Une part des molécules passe dans les biens de consommation et génère des déchets dont le traitement coûte cher et peut générer d'autres impacts.

Pour maîtriser ces problématiques, des stratégies collectives sont développées (dans la gestion des parcs industriels par exemple), grâce à un système de surveillance permanent des quantités, de la toxicité et de la dégradabilité des produits dangereux. Cette action permet de trouver plus systématiquement des solutions de substitution.

Ces systèmes sont généralement adossés à la recherche de changement dans la conception des produits et, plus indirectement, à une modification ou une modernisation des procédés de fabrication.

Renforcer l'économie locale par des activités de bouclage des flux

Les stratégies de bouclage des flux de matière existent déjà dans le système industriel, mais elles ne concernent généralement que des activités de recyclage. C'est-à-dire des activités de transformation qui renvoient une matière presque brute dans les procédés de fabrication (papier, verre, ferrailles, etc.). D'autres activités connexes, liées à la réutilisation, la réparation, la refabrication, ou encore les activités intermédiaires permettant à une entreprise d'utiliser les déchets d'une autre, présentent des potentiels importants en terme de diminution des impacts et de développement économique.

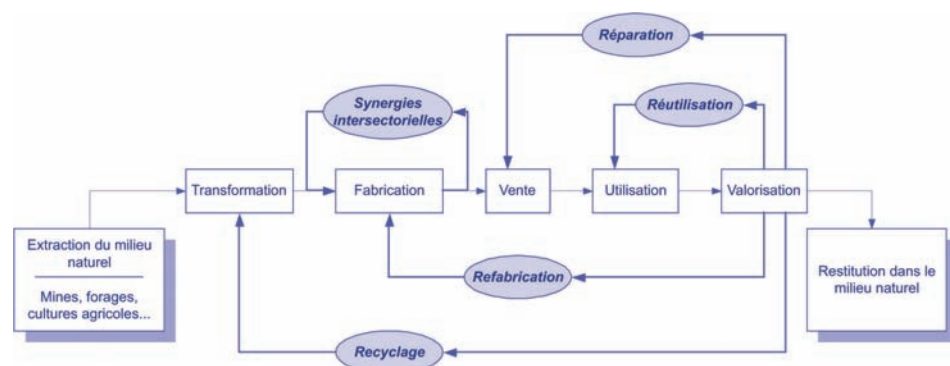


Figure 5 : Stratégies de valorisation le long du cycle de la matière (adaptation de R. Côté)

En effet, ces activités sont autant de nouvelles niches de marché et d'opportunités de création d'entreprises et d'emplois locaux qui viendront renforcer l'économie locale.

Pour être efficaces, ces stratégies doivent être encouragées par des politiques locales et couplées à des analyses territoriales des flux de matière afin d'identifier de nouveaux gisements de ressources. Les débouchés issus de cette approche sont larges et amènent souvent à la création de nouveaux produits et de services conciliant dématérialisation de l'économie et emplois.

Intégration de clauses d'écologie industrielle dans la gestion des zones d'activités économiques

La plupart des zones d'activité en fonctionnement ne sont pas encore prêtes pour intégrer durablement des principes d'écologie industrielle. Elles doivent souvent résoudre auparavant un bon nombre de problématiques structurelles (accessibilité, gestion collective, services aux employés, aide au développement de l'entreprise, etc.), avant de pouvoir instaurer une politique d'écologie industrielle.

Le développement ou la réhabilitation de parcs d'activités sont des opportunités intéressantes pour expérimenter des principes innovants de gestion intégrant l'écologie industrielle. Les cas analysés dans cette étude montrent par exemple qu'adopter des clauses d'efficacité énergétique dans les cahiers des charges des parcs en développement, ou encore demander aux entreprises souhaitant s'implanter de respecter des critères sociaux et environnementaux, ne sont pas des exigences qui freinent l'attractivité mais qui, au contraire, stimulent les entreprises les plus innovantes.

3.8 • Les instruments financiers, économiques et réglementaires stimulent la réussite des démarches

Dans de nombreux cas, les démarches d'écologie industrielle ont été stimulées par la mise en place de moyens de financement adaptés, d'incitations économiques ou de nouvelles réglementations.

En ce qui concerne les modèles de financement, il apparaît que les partenariats publics/privés sont souvent mobilisés pour le lancement des opérations, c'est-à-dire pour mener les études préalables et conduire à la mise en œuvre de projets opérationnels d'écologie industrielle, financés par le domaine privé quand ils sont suffisamment rentables. La pérennisation des démarches reste toutefois problématique car elle implique la création de structures de coordination et de postes dédiés dont les financements sont rarement assurés par les seules entreprises participantes. Un apport supplémentaire de la part des collectivités est nécessaire, généralement sous la forme d'une mise à disposition de ressource humaine pour les actions d'animation.

D'autres solutions de pérennisation sont possibles, notamment celles consistant à utiliser les taxes issues des consignes de bouteilles plastiques pour financer le fonctionnement de centres spécialisés dans la détection et l'accompagnement de projets innovants.

D'autres instruments économiques sous forme d'incitation, comme des abattements de taxes sur les déchets quand ils sont triés, ont permis par ailleurs d'augmenter fortement les taux de valorisation. En Angleterre, une réduction de taxes sur les biocarburants a permis par exemple de rentabiliser un projet de valorisation des huiles végétales usagées.

Enfin, l'évolution de la réglementation environnementale est également un levier important. Deux cas de figure sont possibles. D'une part, la réglementation se renforce et oblige les acteurs économiques à respecter une nouvelle loi : c'est le cas par exemple de la loi TUR (*Toxic Use Reduction*) adoptée en 1989 par l'Etat du Massachusetts. Celle-ci a permis de réduire de 60% l'utilisation de produits toxiques dans les procédés industriels, et de 90% les rejets directs de déchets dans l'environnement. Aujourd'hui, tout le monde est satisfait de cette mesure, même les industriels qui ont découvert des opportunités d'améliorer leur compétitivité. D'autre part, la réglementation devient plus flexi-

ble, autorisant la réutilisation de certains déchets ou l'échange de matière en vue de créer de nouvelles activités.

3.9 • Des problèmes de temporalité limitent la cohérence des actions entreprises

L'inertie inhérente à la mise en pratique de l'écologie industrielle s'explique en grande partie par différents facteurs de temps propres au développement d'un territoire. Ces facteurs ne sont pas spécifiques aux démarches d'écologie industrielle, mais représentent des facteurs d'influence importants dans le déroulement des projets. Il nous a semblé nécessaire de les souligner. Il s'agit ici de décrire la manière dont les intérêts d'un acteur spécifique (entreprise, collectivité, etc.) ou l'évolution normale d'un système (territoire, écosystème, système de financement) s'intègrent dans des échelles de temps différentes dont l'articulation vient perturber l'avancement opérationnel d'un projet d'écologie industrielle, et donc l'atteinte des résultats recherchés. Ces facteurs sont classés selon une échelle de temps croissante.

Le temps des entreprises

La priorité des entreprises est accordée au temps de retour sur investissement et à la rentabilité économique de court terme. Les projets d'écologie industrielle doivent apporter des résultats intéressants pour l'entreprise dans des délais courts.

Des entreprises filiales et implantées localement peuvent également dépendre de la décision du groupe international auquel elles appartiennent, ce qui freine considérablement le traitement de certaines actions, voire les condamne.

Le temps des financements

Le porteur d'un projet peut être limité dans le temps par son éligibilité à des financements spécifiques. Celui-ci est donc contraint de respecter des délais qui influencent le processus global de l'initiative.

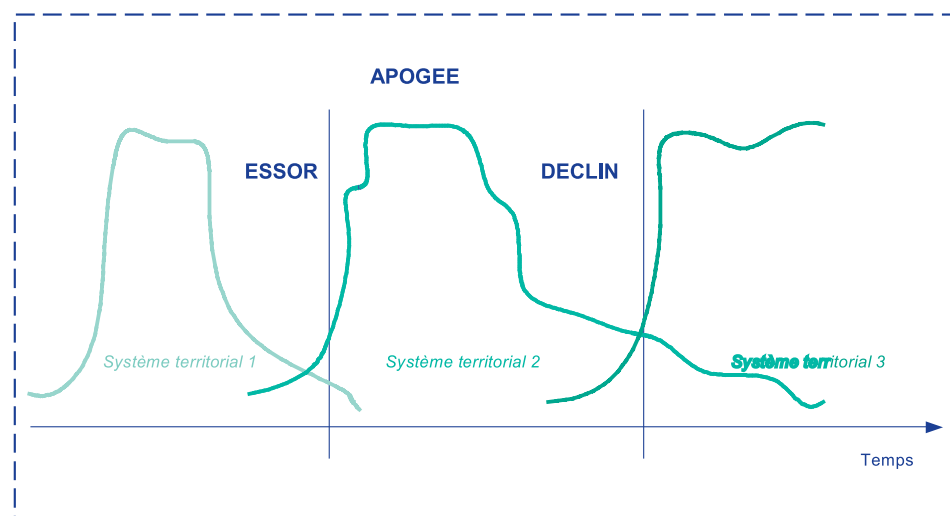


Figure 6 : Succession de systèmes territoriaux avec le temps

Le temps des élus

Les élus doivent généralement justifier leurs engagements et montrer le résultat de leurs actions avant la fin de leur mandat. Une démarche de long terme telle que l'écologie industrielle s'intègre difficilement dans une telle logique.

Le temps des systèmes territoriaux

La maturité des territoires évolue avec le temps suivant le schéma des systèmes, c'est-à-dire l'enchaînement des phases de croissance, de maturité, de déclin, d'innovation et de réorganisation. La figure 5 illustre la succession des systèmes territoriaux avec le temps.

On montre facilement qu'après une phase d'apogée où il y a lieu de s'adapter, le territoire entre dans une phase de déclin, pendant laquelle se dessinent les contours d'un futur système territorial. C'est lors de cette phase qu'il est possible d'agir sur les éléments structurants du système, et notamment d'introduire les principes de l'écologie industrielle dans la relance économique. Le positionnement d'un territoire dans une autre phase de développement rend, a priori, plus difficile le lancement d'un projet d'écologie industrielle.

Le temps des écosystèmes

Si l'on considère que l'écologie industrielle contribue à un retour à l'équilibre entre les impacts des activités humaines et les écosystèmes naturels, il est important de prendre en compte le temps des cycles de la biosphère.

Outre le fait que des milliards d'années ont été nécessaires à la constitution de la biosphère, le retour à l'équilibre des grands cycles biogéochimiques perturbés par les activités de l'homme exigerait un temps infini. Par exemple le taux de gaz carbonique a aujourd'hui atteint sa valeur la plus élevée depuis 400 000 ans⁽¹¹⁾. Même si l'on arrêta les émissions de CO₂, le retour à l'équilibre du phénomène « source/puit » (la Terre et la mer n'absorbent aujourd'hui que 50%⁽¹²⁾ des émissions) demanderait plusieurs centaines d'années.

3.10 • Des contraintes variées fragilisent les initiatives engagées

L'émergence et le développement des démarches d'écologie industrielle sont constamment bousculés par des facteurs extérieurs fragilisant leur aboutissement.

Ces démarches sont ainsi continuellement ralenties par des problèmes liés au contexte social, humain, culturel, économique, financier, réglementaire, technique, etc. dans lequel elles sont mises en œuvre.

Certains de ces problèmes peuvent mettre en péril l'ensemble de la démarche. Quelques études de cas ont ainsi été fortement ébranlées par l'arrêt des financements initiaux, par des changements de direction d'entreprises ou d'élus locaux, par un départ du porteur de projet (en tant qu'institution ou personne), ou encore par un désaccord profond entre les différentes parties prenantes sur l'organisation du projet. Sur ce dernier point, il s'agit généralement de querelles relationnelles liées à des enjeux de pouvoir.

(11) « Carbon emissions reach new high », Vital Signs, 2002, p.52.

(12) « Soot takes center Stage », Science, 27 septembre 2002, p. 2214

Les autres problèmes concernent plutôt des partenariats isolés de type « synergie inter-entreprises » qui ne peuvent aboutir pour des raisons de rentabilité économique, de faisabilité technique, de réglementation ou encore d'éloignement géographique entre les entreprises.

Les outils de gestion des ressources manquent de performances

Les plates-formes intranet/extranet, les bases de données sur les flux de matière, d'eau et d'énergie, les bourses d'échanges, les systèmes d'information géographique (SIG), etc. sont des outils informatiques généralement intégrés aux projets d'écologie industrielle. Ils capitalisent et diffusent les informations sur les flux entrants et sortants et facilitent l'identification de partenariats ou d'opportunités d'échanges.

L'exemple représente le système d'information géographique utilisé dans le projet « *Industrial Ecosystem Development Project* » en Caroline du Nord. Chaque site industriel visité a été localisé sur une carte, puis reporté sur le SIG avec leur code SIC (équivalent américain de la nomenclature des activités économiques). De nombreuses informations peuvent être utilisées avec un SIG, mais ce projet s'est limité à l'usage de cartes illustrant les limites de chaque comté, les villes principales et secondaires, les routes principales, et la localisation des sites industriels.

Les entreprises ayant rempli le questionnaire ont été identifiées avec une couleur différente. Les autres sites correspondaient à ceux pour lesquels le projet avait confirmé la localisation, l'adresse et le code SIC.

La figure 6 est une copie d'écran du SIG utilisé et montre une vue globale des six comtés concernés par le domaine d'étude.

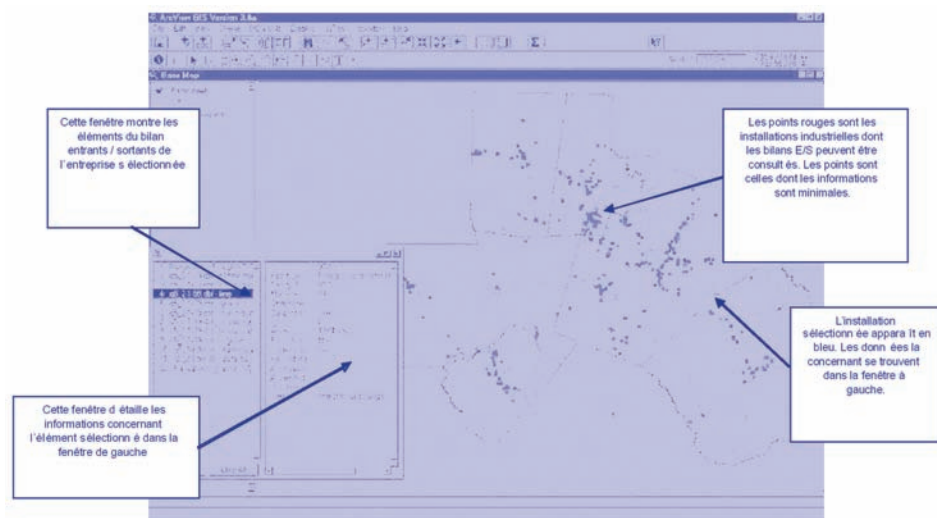


Figure 7 : Système d'Information Géographique du projet « *Industrial Ecosystem Development Project* »

Cependant, ces outils ne remplacent en aucun cas le dialogue entre les acteurs impliqués (généralement des chefs d'entreprises) qui, en quelques rencontres, détectent facilement des collaborations possibles.

Les bourses d'échanges de matériaux via des sites internet dédiés sont nombreuses, mais restent encore largement sous-exploitées par les utilisateurs. Les exemples étudiés le montrent, les fréquentations sur ces sites sont insuffisantes pour engendrer des résultats significatifs. Les limites de ces bourses de déchets sont les suivantes :

- La mise en ligne d'un matériau doit faire l'objet d'une démarche spontanée et régulière de la part de l'entreprise,
- La plupart des industriels utilisateurs sont positionnés sur des marchés concurrentiels. Ils n'ont pas de temps à accorder à ce type d'opération dont l'avantage financier reste souvent limité,
- La démarche nécessite de connaître à la fois l'existence du service pour l'utiliser et le potentiel de réutilisation de son déchet,
- Les produits concernés sont généralement ceux qui posent un problème à l'industriel (coût d'élimination élevé, filière inexistante au niveau local, approvisionnement difficile). Tous les autres flux entrants ou sortants des procédés, pouvant être potentiellement réutilisés ou cédés, ne sont pas considérés,
- La description du produit offert ou demandé ne fait pas l'objet d'une syntaxe stricte. La dénomination du matériau peut ne pas être suffisamment explicite pour attirer l'attention d'un producteur ou d'un consommateur potentiel. Le manque d'homogénéité dans la syntaxe utilisée est un problème récurrent et rédhibitoire dans de telles bases de données.

D'autres types de bases de données ont été testés à travers les projets d'écologie industrielle, notamment celles permettant d'identifier des synergies interentreprises. Elles n'ont cependant pas apporté les résultats escomptés et doivent faire l'objet de développements ultérieurs.

Ces outils présentent toutefois de bonnes perspectives afin de mieux systématiser les échanges interentreprises de matériaux, le partage d'équipement ou la mutualisation de services.

Les résultats chiffrés sont encore peu disponibles

La recherche d'éléments chiffrés sur les résultats des différents cas d'étude s'est avérée infructueuse. Seuls quelques exemples comme la symbiose de Kalundborg sont en mesure d'évaluer les bénéfices économiques et environnementaux des actions engagées. Ce travail a toutefois fait l'objet d'une recherche dense menée par un des responsables de l'Institut de la symbiose. En tant qu'ancien directeur de l'une des entreprises phares de la symbiose, celui-ci avoue avoir eu certaines facilités pour obtenir les informations requises. D'autres facteurs expliquent cette absence de chiffres. La confidentialité des données économiques d'abord et, l'inertie des projets qui exige un temps long de retour sur investissement.

Cependant, l'écologie industrielle n'est pas une démarche philanthropique et nous pouvons considérer que les projets de partenariats entre industriels sont rentables économiquement. Les résultats les plus importants à capitaliser deviennent alors les éléments plus organisationnels, dont les stratégies utilisées pour y parvenir.

D'une manière générale, peu de systèmes d'évaluation des projets ont été développés. Certains projets étaient mieux documentés que d'autres, notamment ceux où était impliquée une université. Cette absence de suivi et d'évaluation nous est apparue d'autant plus flagrante que c'est le partage d'expérience qui permet la multiplication et la reproduction des projets.

4 • Méthodologie d'analyse des expériences d'écologie industrielle

Le suivi et l'évaluation des expériences d'écologie industrielle sont des éléments importants en vue de capitaliser et de partager les connaissances propres à chaque projet. La diffusion et l'exploitation de ces informations doivent permettre à d'autres de s'en inspirer pour s'engager également dans une démarche d'écologie industrielle.

Le travail d'enquête réalisé au cours de cette étude a permis d'affiner une méthodologie d'analyse applicable à différents contextes. Celle-ci rassemble les aspects les plus importants à traiter afin de documenter les projets selon une base référentielle commune et de faciliter le partage.

4.1 • Informations générales

Objet : Rassembler les informations générales essentielles du projet :

- Les mots ou expressions clés qui illustrent rapidement la quintessence du projet,
- La localisation géographique la plus précise possible,
- Les noms et coordonnées des personnes ressources,
- Les références documentaires publiées sur le projet,
- L'adresse du site internet du projet et les autres liens contenant de l'information à ce sujet.

4.2 • Le contexte territorial

Objet : Présenter un diagnostic léger du territoire (local ou régional) où prend place le projet. Les thématiques pouvant être abordées en fonction de la disponibilité des informations sont les suivantes :

- L'historique du territoire,
- Les activités économiques (secteurs représentés, grands donneurs d'ordres, etc.),
- Le profil environnemental (réservoir régional de ressources naturelles, sites remarquables, etc.),
- Axes prioritaires de développement,
- Actions de développement durable engagées,
- Etc.

4.3 • Description et organisation du projet

Objet : Apporter des informations détaillées sur les points suivants :

- Origine et objectifs du projet,
- Présentation du porteur de projet,
- Modalités de mise en œuvre (animation, coordination, forum d'échanges, mode de prise de décision, mise en place de groupes de travail, etc.),
- Acteurs impliqués, les partenaires et leurs rôles respectifs (présenter les acteurs par catégorie : institutionnels, académiques, privés, publics, parapublics, autres types de partenaires),
- Sources de financement et moyens mis à disposition (préciser les étapes de financement, les montants et les types : subvention, appel à projet, etc.)

4.4 • Méthodologies et outils mis en oeuvre

Objet : Décrire la ou les démarches suivies pour aboutir à l'identification d'opportunités d'écologie industrielle. Il s'agit par exemple :

- Des méthodologies employées dans les études préalables,
- Des bases de données et outils ayant servi à la comptabilité des flux, etc.

4.5 • Actions engagées

Objet : Restituer toutes les actions importantes engagées dans le cadre du projet comme :

- Les synergies intersectorielles,
- Les mutualisations de services,
- Les nouveaux produits développés,
- Etc.

4.6 Présentation des résultats

Objet : Restituer les résultats obtenus lorsqu'ils ont pu être mesurés :

- Les bénéfiques économiques (pour les entreprises, la collectivité, etc.),
- Les bénéfiques environnementaux (émissions évitées, prélèvement de ressources évitées, etc.),
- Les bénéfiques sociaux (emplois créés ou préservés, qualité des emplois, formations délivrées, nombre d'emplois en insertion, etc.),
- Communication des résultats.

4.7 • Interaction avec d'autres initiatives

Objet : Rendre compte des éventuelles interactions du projet analysé avec d'autres initiatives en cours, que se soit sur les plans :

- De l'échange d'information ou de bonnes pratiques,
- Du développement et/ou de l'expérimentation commune d'outil,
- De similarité de contexte territorial,
- De sources de financement communes,
- Etc.

4.8 • Enseignement et recommandations

Objet : Restituer les enseignements promulgués par le ou les responsables du projet en matière de :

- Facteurs de succès ou difficultés rencontrées,
- Atouts à exploiter, écueils à éviter,
- Conseils à suivre.

4.9 • Développements futurs

Objet : Indiquer les suites prévues et les perspectives envisagées par l'équipe de pilotage au moment de l'analyse :

- Etudes complémentaires,
- Développement d'outils,
- Conférences,
- Etc.

5 • Recommandations pour un développement de l'écologie industrielle et territoriale

Les enseignements retirés des études de cas à l'étranger, complétés par une connaissance du contexte français dans le domaine de l'écologie industrielle et du développement durable, nous permettent de formuler dans ce chapitre des recommandations destinées à favoriser l'émergence de pratiques d'écologie industrielle et territoriale en France comme à l'étranger.

5.1 • Développer une approche écosystémique des territoires

En fournissant à l'homme des services d'approvisionnement en nourriture, en eau douce, en énergie et en matériaux, les écosystèmes constituent le fondement de la vie et du développement. Près des deux tiers de ces services écologiques sont aujourd'hui en déclin. Pour les hommes et les femmes qui souhaitent assurer la pérennité de ces services, il s'agit là d'un double enjeu : restaurer les écosystèmes dégradés et maintenir en l'état l'ensemble des autres écosystèmes constituant la biosphère.

Pour de nombreux spécialistes, améliorer l'efficacité énergétique et la productivité des ressources par l'introduction de nouvelles technologies est nécessaire mais loin d'être suffisant. Parmi les autres exigences, il s'agit de restructurer les systèmes de production en imitant les systèmes naturels afin de mieux maîtriser leurs interactions avec les activités humaines et plus particulièrement les activités économiques.

Pour mieux comprendre ce qu'il est possible d'entreprendre, les décideurs politiques et industriels volontaires doivent intégrer de nouvelles réflexions issues des approches écosystémiques. Quand elles sont appliquées aux territoires, ces approches consistent à s'inspirer du fonctionnement des écosystèmes dans la gestion des territoires en vue de maintenir la productivité, la capacité d'adaptation et la capacité de renouvellement des écosystèmes naturels dont dépend le territoire.

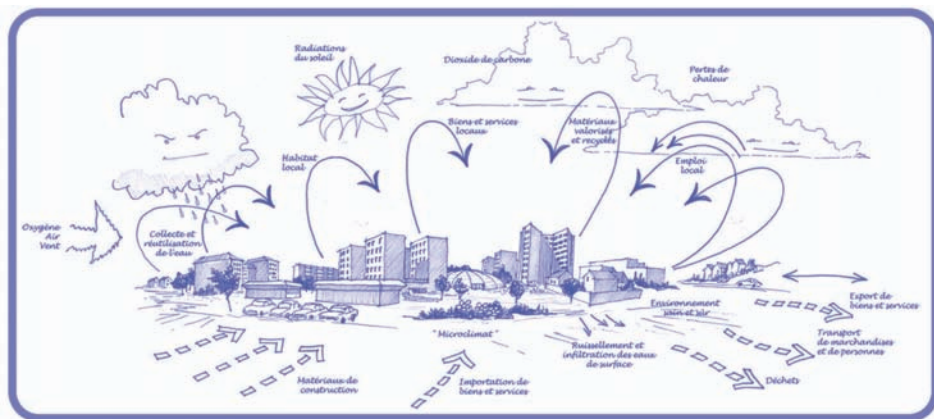


Figure 8 : Représentation écosystémique d'un territoire (@jeremy marcon, ROBINS DES VILLES)

Les processus de gestion qui découlent de cette approche s'inspirent de l'écologie industrielle qui, en s'intéressant aux flux de matière et d'énergie et à l'organisation des acteurs, « matérialise » l'interface entre les activités humaines et les systèmes naturels.

La figure 8 indique les correspondances possibles entre les principes des écosystèmes naturels et ceux des écosystèmes dits « territoriaux », pouvant guider les prises de décision politiques, notamment en matière de développement économique et d'aménagement.

Figure 9 : Principes d'un écosystème naturel et territorial

5.2 • Explorer les tendances liées à l'économie de l'innovation en réseau

Le développement économique des territoires prend de mieux en mieux en compte l'interdépendance des entreprises et les dynamiques de réseaux pour répondre aux nouvelles exigences de compétitivité internationale et au besoin d'ancrage territorial. La coopération interentreprises fait partie des actions qui participent à la fois au développement des entreprises et des territoires. Elle induit des effets « gagnant-gagnant » qui commencent timidement à être identifiés par les industriels et les acteurs publics comme des facteurs de compétitivité et d'attractivité.

Cette coopération constitue une condition préalable favorable à la mise en place de démarches d'écologie industrielle. L'analyse des réseaux interentreprises en France montre une certaine variété, tant sur le plan morphologique (taille, poids économiques, rayonnement géographique) que sur les niveaux de coopération, point qui nous intéresse plus particulièrement.

On distingue ainsi plusieurs niveaux d'ambition dans la coopération interentreprises :

- **Convivialité et échange d'information** : clubs d'entreprises, outils de communication (catalogue de savoir-faire, site internet), réunions d'échanges.
- **Mutualisation de moyens** : équipements de production, achats communs, étude de marché, veille technologique, ressources humaines (promotion des métiers, groupement d'employeurs),
- **Développement commun** : programmation de formation, action commerciale, recherche & développement, innovation.

Globalement, les ambitions des réseaux locaux de coopération restent assez faibles et dépassent rarement le stade de petits projets et d'échanges professionnels élémentaires.

C'est notamment pour cette raison que les nouvelles politiques gouvernementales françaises orientent leurs actions vers les pôles de compétitivité. Ces derniers visent une mise en synergie des entreprises d'un même territoire, une stimulation de la coopération en matière d'innovation, et la mise en réseau des activités industrielles avec les pôles de recherche et développement.

Cette promotion de la culture de la coopération à l'échelle territoriale est une réelle opportunité pour le développement de l'écologie industrielle car elle s'inscrit directement dans la continuité de cette dynamique. Son ambition est ainsi d'approfondir le stade du *développement commun*, propre aux pôles de compétitivité, en proposant des stratégies plus intégrées d'interconnection entre les acteurs impliqués à travers les flux de matière et d'énergie, permettant d'atteindre une étape ultime que l'on pourrait qualifier de *symbiose territoriale*.

La figure 9 représente les différentes étapes de coopération dans la vie d'un réseau d'entreprises. La plupart des réseaux existant en France se situent plutôt dans la catégorie « Club d'entreprises ». Les marges de manœuvre sont donc très importantes dans le domaine.

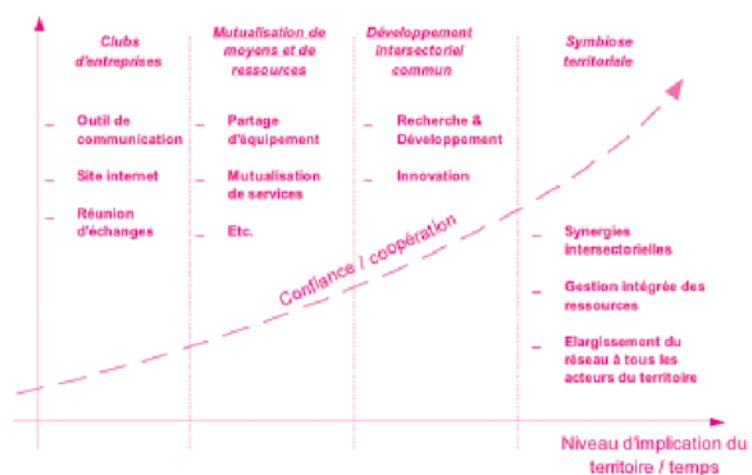


Figure 10 : Catégorie et niveau de coopération dans les réseaux d'entreprises

5.3 • Accentuer le soutien des collectivités locales aux réseaux de coopération

Les collectivités ont un rôle majeur à jouer dans le développement des démarches d'écologie industrielle, notamment à travers un soutien plus affirmé aux réseaux de coopération interentreprises et un accompagnement de ces réseaux vers des symbioses territoriales.

Le soutien des collectivités publiques aux réseaux d'entreprises existe déjà et ne se limite pas à de simples flux financiers. La mise à disposition gracieuse d'animateurs par

exemple montre que près des trois quarts des financements accordés aux réseaux sont assurés par des acteurs publics. Ces actions sont légitimes pour la collectivité pour forger l'identité économique du territoire et pour convaincre les investisseurs de son dynamisme.

Cependant, même si l'intervention publique est légitime, la tâche n'en est pas moins difficile. Les dirigeants d'entreprises restent globalement sceptiques vis-à-vis des actions collectives. L'interaction avec d'autres établissements n'est pas un levier de compétitivité suffisamment immédiat. Le manque d'implication et de confiance est récurrent au sein des réseaux, ce qui les rend instables. De plus, un réseau mature exige généralement entre cinq et dix ans pour se constituer et offrir des retombées positives à ses participants. Le décalage temporel entre la phase de structuration du réseau et les exigences de court terme des entreprises sont des problématiques non négligeables.

Des actions de « dopage » des réseaux sont toutefois possibles. En amont, il est important de mieux intégrer la notion de coopération dans les formations initiales, notamment celles liées au management stratégique des entreprises. Des témoignages et des visites de terrain, en introduisant des perspectives d'écologie industrielle, sont des actions complémentaires qui viendront ancrer chez les étudiants le bien-fondé de la démarche. Par ailleurs, les collectivités pourront impulser l'émergence de nouveaux réseaux en mettant à disposition des animateurs formés. Le soutien financier initial doit être assuré par des fonds publics en attendant une participation des entreprises. A moins que des contrats partagés (public-privé) puissent être mis en place dès le départ.

L'accompagnement doit être adapté à la maturité du réseau. Des études d'opportunités, de type analyse de flux de matière, pourraient être menées avant sa création. Puis des actions collectives faciles à entreprendre, suivies de projets innovants plus collectifs (mutualisation de services ou échanges de flux) pourront être mis en œuvre dans les phases successives de structuration. Enfin, des actions d'organisation et de régulation de son fonctionnement (partage d'expérience avec d'autres réseaux) pourront être assurées lorsqu'il aura atteint sa « vitesse de croisière ».

Il s'agit principalement par ce biais de renforcer les liens entreprises - territoires - collectivités qui ne sont pas encore suffisamment développés dans le cadre des pratiques de développement durable.

5.4 • Mieux capitaliser et partager les expériences d'écologie industrielle

Le caractère encore émergent de l'écologie industrielle exige un meilleur partage des bonnes pratiques pour passer de la phase « pilote » à la multiplication et la réplication plus systématique des expérimentations. A l'échelle internationale, des réseaux dédiés ont été mis en place depuis quelques années, notamment en Amérique du Nord et en Asie. L'Europe, et plus particulièrement la France, souffre d'un manque d'échange de connaissances entre les acteurs qui animent des projets d'écologie industrielle.

L'existence d'initiatives ponctuelles en France, à des échelles locales et régionales, illustre un contexte favorable et un engagement plus volontaire de la part des responsables politiques et industriels. Cependant, le manque de visibilité du sujet à l'échelle nationale et le manque d'appuis institutionnels restent des difficultés communes qui freinent l'intégration de ces démarches dans les politiques d'entreprises et de territoire. Ces difficultés peuvent être levées de manière collective et partagées en fédérant les efforts pour permettre un développement efficace de l'écologie industrielle en France.

C'est pourquoi les acteurs « promoteurs » de l'écologie industrielle en France ont choisi de se réunir autour d'un Pôle français d'écologie industrielle (PFEI), destiné à capitaliser et diffuser les expériences, relayer l'information, promouvoir la démarche et opérer un lien entre les actions menées en France et à l'étranger.

L'ambition de cette démarche est non seulement de constituer un réseau français dédié à l'écologie industrielle, et d'obtenir par ce biais un soutien fort de l'Etat français, mais aussi de contribuer à la création d'un réseau européen qui fait encore aujourd'hui défaut.

5.5 • Informer, sensibiliser et former les institutions d'Etat et les décideurs locaux

Comme nous l'avons vu, les démarches d'écologie industrielle reposent largement sur la volonté et l'engagement de quelques personnalités clés, politiques et/ou industrielles, qui ont une reconnaissance locale suffisante pour mobiliser les acteurs concernés.

Le développement de l'écologie industrielle et territoriale exige que ces personnalités clés comprennent la dimension des enjeux de développement durable et l'importance de changer de paradigme via des réalisations concrètes basées sur des démarches innovantes. Pour y parvenir, il s'agit de mener des actions collectives d'information auprès des institutions et des organismes déconcentrés de l'Etat. En France, les promoteurs de l'écologie industrielle cherchent à obtenir depuis plusieurs années un appui sinon financier, au moins institutionnel de la part des ministères de l'écologie et du développement durable (MEDD) et de l'Industrie (MINEFI). Par ailleurs, des actions de sensibilisation et de formation à des échelles locales et régionales, doivent être menées directement auprès des élus et des dirigeants d'entreprises afin de recueillir leur avis sur le contexte de leur territoire et dessiner avec eux la manière dont une démarche d'écologie industrielle peut être engagée.

En répondant à des intérêts aussi bien économiques qu'environnementaux et sociaux, les voies de mise en pratique de l'écologie industrielle sont variées. L'expérience montre ainsi que les opportunités de projets et leur mise en œuvre sont pratiquement systématiques quand les décideurs locaux sont persuadés du bien-fondé de la démarche.

5.6 • Intégrer l'écologie industrielle dans des pratiques existantes de développement durable

L'écologie industrielle apporte, comme nous l'avons vu, une réponse innovante à des situations économiques, sociales ou environnementale « précaires » : réhabilitation de friches industrielles, redynamisation de région en déclin économique, mise en place de politiques innovantes de gestion des déchets (ou plutôt des ressources), etc.

Hors situation de crise, l'écologie industrielle constitue une démarche pro-active qui peut prendre des formes variées :

- En complément de la gestion durable des parcs d'activités, notamment des parcs les plus avancées en matière de gestion collective de l'environnement,
- En tant que stratégie opérationnelle de dynamisation des réseaux d'entreprises, en venant identifier des pistes de coopérations concrètes et économiquement rentables,
- Comme processus d'élaboration d'outils d'aide à la décision dans la gestion de l'écosystème-urbain ou des ressources naturelles,

- En accompagnement des projets de renouvellement urbain durables, où il s'agit moins de « mesurer pour agir » puisque les expériences étrangères ont d'ores et déjà cibler les domaines d'actions les plus pertinents (matériaux de construction, alimentation, transport) ; Il s'agit plutôt dans ce cas de a) légitimer et pérenniser la démarche en apportant des informations chiffrées sur les bénéfices des actions engagées (gains de X tonnes de matière sur une année, etc.), et de b) servir d'éléments d'arbitrage en mettant à disposition des décideurs locaux des informations chiffrées et rigoureuses sur l'état des lieux du territoire (aide à la décision).
- Dans le cadre de projets de territoire tels que les Agenda 21 locaux, et en lien avec la prospective territoriale, en vue d'établir des scénarios prospectifs sur l'utilisation et l'optimisation des ressources et de stratégies de lutte contre le changement climatique,

Tous ces axes d'action et d'investigation pourront être menés plus facilement en lien avec des politiques régionales de développement durable. L'écologie industrielle vient en effet répondre partiellement à la question sur l'articulation des échelles dans le cadre de politiques de développement durable. Lorsqu'une région adopte une politique forte de développement durable, il n'est pas certain que les territoires infra-régionaux suivent cette politique ou, s'ils la suivent, selon le même rythme ou la même implication. A travers l'écologie industrielle et sa connaissance des flux physiques à différentes échelles, les territoires sont reliés « mécaniquement » et les politiques de développement peuvent être menées de manière plus cohérente sur chaque territoire.

5.7 • Articuler l'écologie industrielle avec la prospective territoriale

La prospective territoriale est un outil d'anticipation des changements permettant de mieux s'y préparer et de les accompagner. La prospective consiste à penser le long terme pour agir avec plus d'efficacité sur les mécanismes de prise de décision du court/moyen terme. Elle définit le territoire comme objet de projets ou d'intentions, et pose la question des enjeux collectifs.

Dans ce sens, l'écologie industrielle et territoriale, en tant que stratégie pro-active, s'articule de manière très efficace avec une démarche plus globale de prospective à l'échelle d'un territoire.

Cette articulation est d'autant plus pertinente lorsque la thématique traitée est en lien avec des enjeux sur les flux de l'économie (eau, énergie, déchets, etc.) et les dynamiques de territoire (croissance démographique, urbanisation, liens ville - campagne, etc.). Dans cette perspective, les flux sont considérés comme des enjeux de société et non seulement comme des enjeux environnementaux. L'exercice de prospective est une opportunité de replacer les enjeux d'un projet d'écologie industrielle dans une temporalité longue, aussi bien dans le passé que dans le futur.

L'articulation des deux démarches repose sur les trois dimensions de la prospective : la connaissance, la participation, la stratégie.

La dimension « connaissance » est un état des lieux du territoire pouvant bénéficier par exemple d'un premier travail sur les flux à l'étude. Ce dernier sera replacé dans un contexte historique, géographique, social, culturel, écologique, économique et politique du territoire, améliorant sa lecture et la pertinence des propositions à venir.

La dimension « participation » est tournée vers le débat collectif, composante majeure de la construction d'une représentation désirée, partagée, et assumée d'un futur pour le territoire. Les lieux de débat sont une opportunité pour un projet d'écologie industrielle afin d'identifier les acteurs clés du territoire et des sources données supplémentaires sur les flux. C'est également un moyen de mobilisation des acteurs autour du projet.

La dimension « stratégie » est une préfiguration de l'action débouchant sur des prises de décision, de programmation ou de planification à moyen et long terme, dont peut bénéficier un projet d'écologie industrielle en gestation ou en cours. Il s'agirait par exemple d'orienter l'exercice de prospective vers une stratégie de développement économique sobre en ressources, et de mobiliser des solutions proposées par l'écologie industrielle pour rendre la prospective plus opérationnelle.

5.8 • Pérenniser les démarches à travers la création de structures d'animation dédiées

Les initiatives d'écologie industrielle, en France ou à l'étranger, présentent une certaine inertie dans les premières phases de lancement. Même si les études d'opportunités identifient des conditions territoriales favorables, les processus de sensibilisation et de mobilisation des acteurs restent longs et retardent le passage à la phase opérationnelle de collecte des données.

Chacune des parties prenantes ont souvent des intérêts différents, qui finissent par converger grâce à l'instauration d'un dialogue autour de partenariats « gagnant-gagnant ».

Les acteurs impliqués conçoivent alors beaucoup mieux de s'engager de manière plus pérenne et de prolonger la démarche à travers la création d'une structure dédiée à l'animation du projet.

C'est une étape cruciale dans la vie d'un projet puisque cela signifie l'approfondissement des études engagées et la possibilité de concrétiser des idées innovantes de création de produits à partir de matières secondaires, d'exploitation de nouvelles sources d'énergies alternatives, etc.

Cela signifie également la mise à disposition d'un animateur formé à l'écologie industrielle et la création d'un emploi au profil en devenir. Les étudiants et jeunes professionnels du domaine sont en effet nombreux sur le marché du travail, notamment en raison de la multitude de formations spécifiques qui ne trouvent pas suffisamment de débouchés.

Après quelques temps de fonctionnement, ces projets pourront constituer à leur tour des retours d'expériences à partager en vue d'une réplique sur d'autres territoires.

5.9 • Construire et rendre disponible l'information sur les flux physiques de l'économie

Les démarches d'écologie industrielle s'accompagnent d'études préalables d'analyse de flux de matière et d'énergie. Ces études présentent trois principales opportunités :

- Etablir un diagnostic rigoureux de l'utilisation des ressources et des impacts,
- Disposer d'éléments chiffrés pour identifier les problèmes prioritaires,
- Appuyer la prise de décision politique et industrielle.

A l'échelle des économies nationales, les analyses de flux de matière et d'énergie se concrétisent par les comptes de flux de matière (CFM). Ces derniers constituent un des modules prioritaires des comptes de l'environnement développés au niveau européen. Les CFM ont pour objet de fournir une vue d'ensemble, exprimée en tonnes, de la base physique d'une économie. Ils comptabilisent l'ensemble des flux entrant dans l'économie (en provenance de l'environnement national et des importations), les flux sortants (rejetés dans l'environnement ou exportés, ainsi que l'accumulation matérielle dans l'économie).

Les CFM constituent un outil pour analyser la relation (couplage - découplage) entre le niveau de l'activité économique et celui de l'utilisation de l'environnement : consommation de ressources naturelles, émissions gazeuses et liquides et mises en décharge des déchets.

Un découplage intervient lorsque l'accroissement de l'utilisation de l'environnement est moins rapide que celui de l'activité économique. Un tel découplage traduit l'existence d'une dématérialisation de l'activité économique, ce qui constitue l'un des objectifs même des politiques qui visent à réduire la pression exercée sur l'environnement par l'économie.

Le développement de ces analyses représente également un enjeu important au niveau local et régional, puisque les acteurs ne disposent que d'une compréhension encore très limitée du système industriel en terme de circulation et de stockage des flux. L'enjeu de cet exercice est notamment de systématiser les « diagnostics ressources » amonts afin d'en faire des outils d'évaluation et de suivi des actions engagées (diminution des impacts) et d'identifier de nouveaux gisements de ressources, permettant la création d'activités et d'emplois. A travers cette forme de relocalisation des ressources et des activités, l'économie s'organise selon des boucles de réutilisation des biens et des matériaux. Les ressources critiques ne sont alors plus la matière mais les compétences et l'expertise locale des hommes et des femmes capables de leur donner une valeur ajoutée.

Connaître le métabolisme de son territoire est également un atout de taille pour les collectivités territoriales face à la tendance au « nomadisme » des entreprises. Celles-ci mettent en concurrence les territoires à travers leur stratégie d'implantation et contraignent ces derniers, s'ils veulent rester attractifs, à repenser leur mode d'insertion dans la compétition internationale. De ce fait, les territoires doivent, en amont, proposer localement des ressources difficilement transférables qui incitent les entreprises à maintenir leur activité locale. L'existence d'une information centralisée et facilement exploitable sur les ressources disponibles localement est un service peu commun offert aux entreprises et qui reste totalement à développer.

Concernant les flux d'eau par exemple, la pénurie est certainement une menace très importante pour les activités économiques et aura un impact, comme dans le cas des réserves de pétrole, sur les entreprises à un niveau mondial. Les territoires qui auront su s'organiser pour optimiser l'utilisation de cette ressource auront tous les atouts nécessaires pour garder en place leurs entreprises et offrir à celles qui souhaitent s'implanter des services les aidant à préserver l'eau.

Les limites de cette tâche résident dans la construction des bases de données sur les flux du territoire et des entreprises. Ces bases de données requièrent en effet un travail considérable de collecte des données, souvent diffuses et peu disponibles ou encore soumises à des aspects confidentiels.

Il s'agit dans un premiers temps de faciliter la conversion de données économiques en flux physiques de l'économie à des échelles régionales et locales.

Sur ce point, les deux exemples finlandais et suisse sont à étudier. En effet l'*Office fédéral de la statistique suisse* a engagé récemment un travail sur la correspondance des flux monétaires et des flux de matière. Ce travail fait également l'objet d'une recommandation auprès de l'*Office cantonal de la statistique de Genève*. De la même manière, la Finlande, à la différence des autres pays européens, établit des tableaux économiques entrées-sorties région par région, ce qui facilite grandement la conversion des flux monétaires en flux matière à l'échelle régionale.

Dans un deuxième temps, un travail minutieux de collecte d'information sur les flux du territoire doit être organisée de concert avec des organismes tels que les délégations régionales de l'Ademe, les Agences de l'eau, les DRIRE¹³, les DIREN¹⁴, l'IFEN¹⁵, les Chambres de Commerces et d'Industries, les collectivités, les entreprises offrant des services énergétiques ou de gestion des déchets, les universités et les centres de recherche, etc.

Dans un troisième temps, une phase d'enquête de terrain auprès d'acteurs spécifiques (entreprises, résidents, commerçants, etc) viendra compléter toutes ces données documentaires pour construire une banque de données la plus exhaustive possible et l'intégrer à une plate-forme d'échange d'information. L'outil devra faire l'objet d'un contrôle d'accès aux données en fonction des utilisateurs. Des règles de confidentialité pourront être respectées.

5.10 • Associer les stratégies d'écologie industrielle à celles de l'économie sociale et solidaire

Des approches complémentaires du développement durable

L'une des questions cruciales du développement durable est de savoir concilier à travers une démarche systémique, c'est-à-dire autrement que de manière isolée et ponctuelle, toutes les dimensions du développement humain. On reproche ainsi très souvent aux actions engagées dans le sens d'un développement durable d'être trop orientées vers la protection de l'environnement aux dépens du social.

De même, l'écologie industrielle, décrite comme un outil « concret » du développement durable, est souvent perçue comme une approche strictement environnementale et réservée au secteur industriel. Sans être toutefois son objectif premier, elle contribue tout de même au traitement de certains aspects sociaux, comme la création ou la pérennisation d'emplois locaux. Ce point de vue nous fait placer l'écologie industrielle dans une perspective normative, considérant par exemple sa contribution à une distribution équitable des richesses et le droit d'accès aux flux de l'économie (eau, énergie, etc.). Notre position se différencie par-là même des approches positivistes et libérales, développées notamment par des auteurs comme B. R. Allenby, qui fait de l'écologie industrielle une science objective qui ne fait que livrer des faits aux décideurs politiques et industriels.

Comme le montre ce retour d'expériences, l'écologie industrielle s'est révélée être une réponse pertinente et innovante à des situations de crises socio-économiques. Ce constat nous amène naturellement à une réflexion portant sur l'articulation entre l'éco-

¹³ Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

¹⁴ Directions régionales de l'environnement

¹⁵ Institut Français de l'Environnement

logie industrielle et l'économie sociale et solidaire, dont les fondements respectifs s'appuient sur des modèles solides de la durabilité. La question cruciale soulevée par cette articulation porte ainsi sur la connaissance et la maîtrise des dynamiques à établir entre la communauté des acteurs économiques et sociaux d'un territoire, les flux physiques de l'économie locale, la lutte contre les exclusions et le milieu naturel. La mise en œuvre simultanée de l'écologie industrielle et de l'économie sociale et solidaire au travers de projets communs renforcerait ainsi les effets induits vers un développement durable.

L'écologie industrielle, dont l'objet est notamment, de construire une économie dématérialisée grâce à de nouveaux services aux entreprises et aux habitants, et à des actions de réutilisation (des produits et des matériaux), bénéficie d'une dimension éthique et sociale quand elle est mise en œuvre avec l'économie solidaire.

Réciproquement, l'économie sociale et solidaire, qui constitue une économie générée par la solidarité de la société civile à travers une autre manière de produire des biens et des services, peut répondre dans le même temps à des enjeux environnementaux quand est elle déployée en lien avec l'écologie industrielle.

Les deux approches sont scientifiquement pertinentes, pratiques et innovantes, l'une socialement et l'autre environnementalement. Elles sont fondées sur des principes d'échange et de partage, mais aussi de réciprocité, de proximité, d'autonomie locale, de responsabilité sociale et environnementale, de confiance, de coopération et d'interrelation entre les acteurs impliqués.

D'autres aspects partagés par les deux démarches renforcent cette idée de mise en œuvre simultanée :

Les deux démarches appellent au principe de la coopération

Le domaine de l'écologie industrielle connaît beaucoup de difficultés de mise en œuvre, notamment en raison de son caractère transverse. Les thématiques de l'environnement restent globalement très cloisonnées (eau, air, énergie, déchets, etc.) et peu de structures prennent aujourd'hui la responsabilité de piloter un projet d'écologie industrielle. Les coopérations sont donc nécessaires pour créer des structures locales ad hoc.

Dans le champ social, les coopérations sont nécessaires pour régler ponctuellement et localement des ambiguïtés sur le rôle des acteurs de l'aide sociale. Une personne en difficulté, comme un allocataire du Revenu Minimum d'Insertion (RMI), peut en effet passer d'un problème de santé à un problème de logement, puis de création d'entreprise, pour avoir à nouveau un souci de logement. Et il peut aussi avoir tous ces problèmes en même temps. Or, la configuration actuelle des dispositifs d'aide sociale parcellise la question de l'aide en plusieurs thèmes : emploi, logement, santé, etc., et les structures d'aide sont spécialisées sur un de ces aspects. Cependant l'utilisateur n'est pas un individu parcellaire. La coopération est donc nécessaire, au moins pour éviter à des acteurs comme des entreprises d'insertion, dont le rôle est plutôt l'accompagnement et la formation technique, de traiter des problèmes qui ne ressortent pas de leurs compétences (gérer la violence, le logement, l'alcoolisme, etc.).

Les sociétés de coopération et d'intérêt collectif (SCIC) sont les structures juridiques types de l'économie sociale et solidaire. Elles constituent un outil majeur d'innovation, puisqu'elles permettent d'associer un ensemble d'acteurs de statuts différents, qu'ils soient publics ou privés, autour d'un projet de développement local. Au regard des difficultés évoquées ci-dessus, ce type de structures peut constituer une réponse intéressante à ces besoins de coopération et d'alliance entre les deux démarches.

Les deux démarches reposent sur la mise en réseau des acteurs et le partage d'information

Une structure d'économie sociale et solidaire (d'insertion par exemple) ne peut fonctionner seule. Elle doit veiller en permanence à la qualité de son insertion dans le tissu local :

- Tissu institutionnel (Direction départementale du travail et de l'emploi, ANPE...), notamment pour la présélection des emplois,
- Tissu économique (secteur professionnel local), pour ne pas mettre en danger les emplois existants en raison d'une volonté unique d'insertion,
- Tissu relationnel, car 60% des embauches traditionnelles passent par des réseaux personnels. Une règle qui s'applique aussi au secteur de l'économie sociale et solidaire.

Une démarche d'écologie industrielle s'appuie sur la mise en réseau d'acteurs locaux qui coopèrent (entreprises, institutions, université, syndicats, citoyens...). Cette mise en réseau n'est pas limitée à un accès à de l'information commune, mais se fonde sur des échanges personnalisés afin d'identifier des partenariats (mutualisation de services, partage d'équipement ou d'infrastructures...) et des échanges de matière et d'énergie (liaisons éco-industrielles...).

Les deux démarches recherchent la création d'activité et d'emplois qualifiés sur des niches de marché

Le champ de l'insertion par l'activité économique se développe actuellement dans le domaine de l'environnement, notamment sous l'impulsion d'une réglementation européenne favorable à cette émergence. La traduction en droit français de la Directive européenne sur les déchets d'équipements électriques et électronique (DEEE) illustre bien ce contexte.

Toutes ces activités liées à la récupération, la réparation, la réutilisation, sont porteuses de nouveaux métiers qualifiés sur un secteur en expansion.

Des structures de lutte contre les exclusions, comme les associations intermédiaires, les entreprises d'insertion, ou les structures d'utilité sociale, œuvrent d'ores et déjà dans ce sens et constituent des outils d'insertion efficaces contribuant à des enjeux de maîtrise de l'énergie, d'économie de matière et de limitation des déchets.

Cependant, ces structures présentent souvent des difficultés pour pérenniser leur activité, principalement en raison du manque de diversité de leur activité et donc des flux valorisés.

L'idée centrale de l'articulation entre les deux démarches consiste donc à renforcer les initiatives actuelles d'insertion par l'activité économique, grâce à des analyses de flux régionales, visant à identifier des gisements de nouvelles ressources et d'élargir les compétences et l'assise économique des structures en place.

L'objectif est, par ce biais, de systématiser la valorisation des ressources à l'échelle régionale en multipliant les emplois d'insertion et les formations adaptées, au lieu d'exporter ces matériaux vers des pays à la main d'œuvre moins chère et aux conditions sanitaires préjudiciables.

Une attention particulière doit être portée au parcours d'insertion qui, dans l'idéal, respecte les différentes phases de resocialisation, de redynamisation, d'orientation et de professionnalisation, qui rythment l'évolution des usagers en fonction de leur éloigne-

ment initial du marché de l'emploi. Un rapprochement avec le champ de l'économie classique doit être mieux envisagé. Des partenariats peuvent être mis en place avec des entreprises privées qui, acceptant de suivre un groupe de personnes le long de leur parcours, s'engagent à leur offrir un emploi pérenne si elles acquièrent les compétences requises.

C'est à ces conditions qu'un développement collectif, solidaire et respectueux de l'environnement et de la personne sera possible.

6 • Conclusions et perspectives

Les problématiques liées au développement de notre société (répartition inégale des richesses, problèmes d'accès aux services essentiels, dégradations des écosystèmes, surconsommations de ressources, pollutions, changements climatiques, sous-alimentation, etc.) font apparaître ses propres limites et appellent des réponses politiques et industrielles objectives et rapides.

La nécessité d'une alternative de développement est avérée, nous engageant dans une bifurcation des modes de production et de consommation.

Le processus de changement est bel et bien engagé avec le développement durable, mais de manière encore trop lente et détachée d'une situation de plus en plus préoccupante. Le niveau d'anticipation des initiatives ne semble pas suffisamment corrélé au caractère inédit et à la rapidité d'évolution de la situation.

La réaction de nos sociétés devant la fin d'un pétrole bon marché en est un exemple frappant. En l'espace de quelques années, le monde a vu se conjuguer trois composantes prévalant encore plus d'instabilité : la baisse définitive de la production de pétrole (dépassement du pic de production), le dépassement de la demande par rapport à l'offre disponible et l'intensification du terrorisme et des guerres pour l'accès au pétrole. Nous entrons ainsi dans une période incertaine quant aux questions énergétiques auxquelles il s'agit de répondre de manière pragmatique et plus collective, combinant sobriété et efficacité énergétique. Les solutions technologiques, renouvelables ou non, ne peuvent constituer à elles seules une réponse viable.

Si nous admettons l'hypothèse que le prix des autres matières premières continue d'augmenter pour des raisons de surconsommation et de mauvaise gestion de la ressource, ne serait-il pas temps d'inscrire dans notre mode de développement les mêmes critères de sobriété et d'efficacité ? Ces critères ne signifiant pas ici « se passer de », mais plutôt « faire autant, ou plus, avec moins ».

L'idée est de fonder notre développement de manière moins paradoxale, en s'assurant de la pérennité des services de la nature dont nous avons besoin. Cette démarche nécessite une certaine anticipation, des espaces d'innovation plus ouverts, dédiés à l'expérimentation de démarches coopératives et collectives. Il s'agit de libérer la créativité et l'imagination autour de projets fédérateurs développés à des échelles locales et régionales, visant l'adéquation entre les niveaux de consommation et la capacité des écosystèmes naturels à fournir des ressources.

Au regard des résultats apportés par ce retour d'expériences, l'écologie industrielle et territoriale est une démarche adaptée, concrète et opérationnelle, à cette recherche d'équilibre. Elle devient ainsi une étape nécessaire vers le développement durable, en apportant une vision de moyen terme, à 10 ou 15 ans, des modes de production et de consommation acceptables. Elle met en œuvre dans le même temps des actions

concrètes de plus court terme, engageant l'économie mondiale dans une phase de dématérialisation et les acteurs impliqués dans de nouvelles formes de partenariats. La démarche passe alors par une meilleure connaissance des flux de ressources absorbés par l'économie et une meilleure prise en compte de leurs limites.

Tous les acteurs d'un territoire peuvent bénéficier d'une telle approche. Ainsi, les entreprises qui géreront avec plus de précaution les écosystèmes auront la possibilité d'être plus compétitives, de bénéficier d'une meilleure image auprès des consommateurs, et d'identifier de nouvelles opportunités d'affaires. Elles seront également mieux placées pour répondre à la hausse des prix de l'énergie, à la baisse des disponibilités en matières brutes, ou encore à des réglementations et des lois plus sévères en matière d'environnement. Les territoires et les collectivités qui s'organiseront pour aborder ces problèmes de manière transverse et pro-active disposeront d'une vision de plus long terme des éventuelles difficultés à venir et pourront anticiper leur accompagnement par des prises de décisions éclairées. Le territoire verra son attractivité renforcée et pourra bénéficier d'un développement créateur d'emplois et porteur d'un cadre de vie amélioré pour les habitants.

Cette étude constitue un premier travail de capitalisation et d'analyse des démarches « d'écologie industrielle » qualifiées comme les plus avancées en Europe et en Amérique du Nord. Bien d'autres méritent également une attention particulière, notamment celles en cours de développement sur le continent asiatique. Cependant, les 11 projets visités et présentés ici sont suffisamment riches d'enseignements pour établir un état des lieux complet sur l'organisation, le contenu, les résultats, les facteurs de succès, et les limites de ce type d'initiatives.

D'une manière générale, il est important de noter que les démarches d'écologie industrielle évoluent, à la fois dans leur contenu et leur organisation, vers une territorialisation des initiatives. Au départ, la notion d'*écosystème industriel* se limitait à la recherche de nouvelles synergies entre des acteurs économiques, (de type « échange de matière »), créant ainsi des chaînes de valorisation à l'échelle de parcs industriels, au même titre que les chaînes alimentaires dans les écosystèmes naturels. Aujourd'hui, cette notion est dépassée pour rechercher plus de cohérence avec le territoire dans sa globalité. Cette « extension » d'échelle, le territoire comme échelle pertinente, va de paire avec l'évolution des réglementations, qui cherchent à dépasser les frontières administratives pour s'intéresser aux « bassins de vie ». L'échelle d'intervention des documents d'aménagement tels que les contrats de plan Etat-Région illustre bien cette évolution.

L'émergence encore timide des expérimentations d'écologie industrielle et territoriale est un fait. Leur développement peut se nourrir de sujets de recherche innovants pensés au sein de la Chaire d'écologie industrielle, ainsi que d'une meilleure capitalisation des initiatives en cours. C'est pourquoi il est proposé dans ce document une méthodologie générique d'analyse des expériences. C'est un référentiel abondant différents aspects à renseigner de la manière la plus exhaustive possible, afin de faciliter les comparaisons entre les démarches explorées. Tous les acteurs « promoteurs » de la démarche sont ainsi invités à constituer des fiches d'expérience à partager et à diffuser à travers une plate-forme nationale tel que le Pôle français d'écologie industrielle (PFEI).

Par ailleurs, l'Etat français a un rôle majeur à jouer dans le développement de ces démarches en impulsant des projets spécifiques dans les territoires. Dans la continuité des tendances actuelles liées à la coopération interentreprises, et plus particulièrement celles liées aux pôles de compétitivité et aux réseaux d'entreprises, le gouvernement pourrait, d'une part, soutenir de manière institutionnelle les initiatives d'écologie indus-

trielle en cours et en développement, et d'autre part, organiser un appel à projet national sur des territoires pilotes pour encourager la diffusion et l'expérimentation de démarches d'écologie industrielle en France. Les leviers sur la réglementation sont également importants et porteurs d'innovation.

Enfin, l'engagement politique et industriel à l'échelle local pour ces démarches est indispensable. Les freins culturels, notamment liés au partage de l'information et à la coopération doivent être dépassés pour être transformés en facteur de développement. L'écologie industrielle et territoriale est source de liens importants entre les collectivités, les entreprises et le territoire, et répond à des problématiques communes, à la fois économiques, sociales, et environnementales.

Au-delà de nos frontières, les perspectives de développement de l'écologie industrielle et territoriale sont également importantes et nécessaires dans les pays du Sud. Les études de cas le montrent bien, les applications sont actuellement développées dans les pays riches ou émergents, servant les intérêts de compétitivité des entreprises, de développement de nouveaux marchés et d'attractivité des territoires. Les enjeux les plus importants de nos sociétés, principalement ceux liés à la lutte contre la pauvreté et la sauvegarde des écosystèmes ne sont pas suffisamment pris en compte. Et c'est pourtant bien là que les efforts doivent être portés. Près de la moitié des six milliards d'habitants de la planète gagnent moins de deux dollars par jour, dont les trois quarts vivent à la campagne. Le revenu de ces ménages ruraux dépend avant tout des ressources naturelles. Si ces écosystèmes se dégradent, comme on l'a vu ces cinquante dernières années, ils ne généreront pas l'énergie nécessaire au développement qui permettrait aux populations rurales de dépasser le stade de la subsistance pour entrer dans le courant principal des économies nationales⁽¹⁶⁾. Il s'agit donc de dépasser les approches conventionnelles des projets d'aide, de l'allègement de la dette, des réformes commerciales, et de privilégier les ressources naturelles locales pour remédier à la crise de la pauvreté dans toutes les régions du monde. La notion de développement rural et le mode d'intervention des occidentaux dans ces pays doivent pour cela être totalement repensées, en faisant abstraction des idées dominantes qui font de la pauvreté rurale un mal nécessaire. Les approches d'écologie territoriale et les outils d'analyse de flux de ressources peuvent ainsi contribuer à faire de l'environnement dans les pays pauvres un élément actif de leur développement.

Les limites d'intervention dans ces contextes sont nombreuses, notamment en raison du caractère informel des activités économiques et de la difficulté d'y mener une démarche globale. Cependant, c'est une réelle opportunité de développer de nouvelles relations avec les pays du sud, en s'efforçant de passer d'une notion de coopération décentralisée, basée sur un transfert de technologie ou de compétences, à une notion de co-développement, où les deux parties s'enrichissent mutuellement à travers un échange de savoir.

¹⁶ Source : World Resources Institute

Références bibliographiques

OUVRAGES

1. **S. Frontier, D. Pichod-Viale** (1993). Ecosystèmes : structures, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21, 2ème édition, Ed. Masson, 447p. ISBN 2-225-84234-5
2. **Erkman, S.** (2004) : Vers une écologie industrielle. Genève, Edition Charles Léopold Mayer, 147p, ISBN 2-84377-027-0.
3. **Nelson, L., Nemerow** (1995). Zero Pollution for Industry : Waste minimization through industrial complexes. Wiley-Interscience, 217p. ISBN 0-471-12164-9
4. **Graedel, T.E., Allenby, B.R.** (1994). Industrial Ecology. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 412p, ISBN 0-13-125238-0.
5. **Erkman, S., Ramesh, R.** (2003). Applied Industrial Ecology, A New Platform for Planning Sustainable Societies, Aicra Publishers, 160p. ISBN : 81-88848-01-8.
6. **Bourg, D., Erkman, S.** (2003). Perspective on Industrial Ecology, Greenleaf Publishing, 384p. ISBN 1-874719-46-2
7. **Brunner, P.H., Rechberger, H.** (2004). Practical Handbook of Material flow analysis. Lewis Publishers, 318p. ISBN 1-56670-604-1
8. **Billen, B., Toussaint, F., Peeters, P., Sapir, M., Steenhout, A., Vanderborght, J.P.** (1983). L'écosystème Belgique, Essai d'écologie industrielle. Centre de recherche et d'information socio-politique -CRISP. 155p.
9. **Prieur, M.** (2001). Droit de l'environnement, Précis, Edition Dalloz, 944p, ISBN 2-247-03319-9.
10. **Institut Français de l'Environnement - IFEN** (1999). L'Environnement en France, Edition La Découverte, 480p, ISBN 2-7071-2894-5.
11. **DATAR – Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale** (2001). Réseau d'Entreprises et Territoires, Regards sur les Systèmes Productif Locaux, La documentation Française, 181p. ISBN 2-11-004769-0.
12. **Harpet, C., Le Lin, B.** (2001). Vivre sur la décharge d'Antananarivo, Regards Anthropologiques, L'Harmattan, 239p. ISBN 2-7475-0707-6.
13. **Crozet, Y., Musso, P.** (2003). Réseaux, services et territoires -Horizon 2020. Editions de l'Aube, DATAR, 263p. ISBN 2-87678-991-6
14. **Loinger, G.** (2004). La prospective régionale, de chemins en desseins. Editions de l'Aube, Datar, 275p. ISBN 2-7526-0063-1
15. **Dupuy, C., Burmeister, A.** (2003). Entreprises et Territoires : Les nouveaux enjeux de la proximité. La documentation Française, 134p. ISBN 2-11-005314.
16. **Pecqueur, B.** (2000). Le développement local, 132p, Ed Syros. ISBN 2-84146-848-8
17. **Kazazian, T** (2003). Il y aura l'âge des choses légères : Design et développement durable au quotidien, O2 France, Victoires Editions, 192p. ISBN 2-908056-60-7.
18. **Chambers, R.** (1990). Développement rural : la pauvreté cachée. Editions Karthala et CTA, 375p. ISBN 2-86537-252-9

RAPPORTS et THESES

1. **Duret, B.** (2002). Evaluation des opportunités de développement de l'écologie industrielle pour le Groupe EDF, Projet de fin d'études DESS EI, Direction du Développement Durable EDF.
2. **Erkman, S., Ray, J.C.** (mai 2000). Ecologie industrielle à Grande-Synthe. Première étude française : pré-étude sur la zone industrielle des Deux-Synthe, Rapport final.
3. **Associations Orée et OCCES** (juillet 2002). Les exemples de communication environnementales sur les zones d'activités, Rapport..
4. **Entreprise et Territoire** (octobre 2000), Synthèse des études d'image, de notoriété et de positionnement territorial des sites de l'entreprise, Ciments CALCIA.
5. **International Institute for Industrial Environmental Economics - IIIIEE** (May 2003). Industrial Symbiosis in Landskrona.
6. **Starlander, J. E.** (March 2003). The role of local and regional public bodies in the development of industrial symbiosis projects. International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) MSc Programme 2002/2003.
7. **Starlander, J. E.** (October 2003). Industrial Symbiosis : A closer look on organisational factors. A study based on the Industrial Symbiosis project in Landskrona, Sweden, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE), Master's Theses.
8. **IFEN** (juin 2001). « La dépense de protection de l'environnement en 1999 », Les données de l'environnement, n°67.
9. **Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie** (2002). Les investissements pour protéger l'environnement en 2000.
10. **Peck, P.** (Sept. 2003). Interest in Material Cycle Closure ? Exploring evolution of industry's responses to high-grade recycling from an Industrial Ecology perspective, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE), Doctoral dissertation, Lund, Sweden. ISSN 1402-3016, ISBN 91-88902-32-3.
11. **Barrett, J., Vallack, H., Jones, A., Haq, G.** (2002). A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York, Technical report, Stockholm Environment Institute, 110p.
12. **Department of Trade and Industry** (2002). National Industrial Symbiosis Programme (NISP) – Business Delivery of Political Strategy on Resource productivity « Making it Happen ».
13. **Enviros Consulting Ltd & BCSD** (September 2000). Developing a Programme to accelerate sustainability in the Humberside Region - initial pilot study report.
14. **Enviro-Accès inc (Centre pour l'avancement des technologies environnementales)** (Mars 2003). Étude de faisabilité pour l'implantation d'une plate-forme de démonstration en écologie industrielle à Sorel-Tracy, Rapport Final.
15. **Dalhousie University, School for Resource and Environmental Studies** (January 2001). The industrial ecology seminar, Background materials, dictionary and bibliography, Halifax, Canada.
16. **Eco-efficiency Center.** Burnside Industrial Park, A safe, environmentally and Financially profitable place to do business, diapositives de présentation, Halifax, Canada.
17. **Judy Kincaid** (1999). Industrial Ecosystem Development Project Report, Triangle J Council, Caroline du Nord, Etats-Unis.
18. **Judy Kincaid, Triangle J Council** (2002). Energy Reduction Through Industrial Partnerships, Final Project Report to State Energy Office.

19. **Chelsea Center For Recycling and Economic Development, University of Massachusetts** (April 2002). Annual Report, Fiscal Year 2001 (FY2001).
20. **Chelsea Center For Recycling and Economic Development.** Assessing the Flow of Materials in a Region : Lessons Learned from Three Massachusetts Communities.
21. **City of Springfield (Department of Planning), Cornell University (Work & Environment Initiative)** (2001). Springfield Eco-Industrial Baseline Study, 78p.
22. **Devens Enterprise Commission** (March 2000) [en ligne]. Applying industrial ecology to Devens, <http://www.devensec.com/ecoreport.html>
23. **Business Council for Sustainable Development – Gulf of Mexico** (1999) [en ligne]. By-Product Synergy : A demonstration Project, Tampico, Mexico, 23p. http://www.hatch.ca/Sustainable_Development/Material_Use/default.html
24. **The Business Council for Sustainable Development - Gulf of Mexico** (1997). Sinergia de subproductos : Una Estrategia para el Desarrollo Sostenible, Manual.
25. **Asociacion de Industriales del Sur de Tamaulipas** (1998). Taller de Eco-Eficiencia, Etude de cas, Tampico, Mexique.
26. **Eurostat, European commission** (2001). Economy-wide material flow accounts and derived indicators : a methodological guide, Office for Official Publications for the European Communities, 92p.
27. **Brodach, A.** (2000). Du Développement d'un Ecosystème Industriel : Faisabilité, Enjeux et perspectives, Rapport de stage, Gaz de France, Université de Technologie de Troyes, 48p.
28. **Cravois, A.-C.** (2002). Le Traitement des Déchets : Quelles opportunités pour le Dunkerquois ?, Mémoire de DESS « *Diagnostics, Prévention et Traitement en Environnement* », Electricité de France, Faculté Libre des Sciences, 52p.
29. **Five Winds International** (2000). Le rôle de l'éco-efficacité : Problème et possibilité au 21e siècle à l'échelle mondiale. Partie 1 : aperçu et analyse. Rédigé par le groupe de travail sur l'éco-efficacité de l'Initiative de la recherche sur les politiques.
30. **Organisation de coopération et de développement économiques** (2001) [en ligne]. Extended Producer Responsibility : A Guidance Manual for Governments. <http://www.ocde.org>
31. **DATAR** (2004). La France, puissance industrielle : une nouvelle politique industrielle par les territoires. Étude prospective de la DATAR.
32. **Côté, R.** (2001). The Industrial Ecology Seminar Backgrounds materials, Dictionary and Bibliography, School for Resource and Environmental Studies, Faculty of Management, Dalhousie University, 48p.
33. **World Resources Institute** (2005). *World Resources 2005: The Wealth of the Poor: Managing Ecosystems to Fight Poverty. Rapport 2005.*
34. **ADJERAD Said et BALLEST Jérôme**, (2004). « L'insertion dans tous ses états » Editions Logiques sociales, L'harmattan.
35. **DARES**, (Juin 2003). « Insertion par l'activité économique, plus de la moitié des salariés retrouvent un emploi hors structure » Mensuel no 26.1, Premières informations et premières synthèses.
36. **Secours Catholique**, (2003). « France précaire, statistiques d'accueil 2003 ». Rapport 2003.
37. **SILVESTRO Marco et NOISEUX Yannick**, (Octobre 2004). « Un portrait de initiatives de formation par le travail et d'insertion socioprofessionnelle en France », ARUC économie sociale.

ARTICLES et PUBLICATIONS

1. **Adoue, C., Ansart, A., Vincent, F.** (décembre 2002). Recherches de synergies matières/énergie entre secteurs industriels : réflexions et perspectives, Dechets Sciences & Techniques N° 28, p 3-7, Société Alpine Publication.
2. **Bouchereau, J.-M., Levarlet, F.** (2001). Les indicateurs pour une écologie industrielle, IFEN.
3. **Burström von Malmberg, F.** (2002). Environmental Management Systems, Communicative Action and Organizational Learning, European Environment, 312-323.
4. **Burström von Malmberg, F.** (2003). Conditions for Regional Public-Private Partnerships for Sustainable Development – Swedish perspectives, European Environment, 133-149.
5. **Burström von Malmberg, F.** (2003). Networking for Knowledge Transfer : Towards an Understanding of Local Authority Roles in Regional Industrial Ecosystem Management, Linköping University, Sweden.
6. **Burström von Malmberg, F.** (2003). Public-Private Partnerships for Regional Sustainable Development : Lessons from Sweden, Regional Sustainable Development in Europe : The Challenge of Multi-Level Cooperative Governance, Prosus, Praha 2003.
7. **Burström von Malmberg, F., Korhonen, J.,** (2001). Municipalities and Industrial Ecology : Reconsidering Municipal Environment Management, Sustainable Development, 36-46.
8. **Chertow, M. R.** (2000). Industrial Symbiosis : Literature and Taxonomy. Annual Reviews Energy Environment 25, 313-337.
9. **Côté, R., Cohen-Rosenthal, E.** (1998). Designing eco-industrial parks : a synthesis of some experiences, , Journal of cleaner production 6, 181-188.
10. **Eik, A., Røine, K., Brattebø, H.** (1998). Promoting Industrial Ecology by Extended Producer Responsibility – Principles and Practices, Presented at Athens Intensive seminar « Solid Waste Management and Recycling Technologies », NTNU.
11. **Eurostat** (2001). Economy-wide material flow and derived indicators: a methodological guide. Office for Official Publications of the European Communities, 92p. ISBN 92-894-0459-0
12. **Eik, A., Steinmo, S., Solem, H., Brattebø, H., Saugen., B.** (2002). Eco-efficiency in Recycling Systems, Evaluation Methods & Case Studies for Plastic Packaging, ISSN: 1501-6153 ISBN: 82-7948-016-1, Rapport nr. 1/2002, 162 s, NTNU – Norwegian University of Science and Technology.
13. **Voet, van der E., Oers, van L., Nikolic, I.,** (2005). Dematerialisation : not just a matter of weight. Centre of Environmental Science (CML), 45p
14. **Geng, Y., Côté, R.** (2002). Scavenger and Decomposer in an eco-industrial park, International Journal of Sustainable Development, World Ecology 9, 333-340.
15. **Keitsch, M.** (1998). Sustainable Development as a Framework for Industrial Ecology, The Norwegian Research Council. Vedlegg til Slutt rapport 118129/230, NTNU, Trondheim, sept. 1996 - mars 1998. IE-A-256.
16. **Keitsch, M.** (2002). A philosophical view of Industrial Ecology, DESS Report 2002, Université de Technologie de Troyes.
17. **Keitsch, Martina M.** (1998) : A Philosophical Approach towards Industrial Ecology, Indecol Forum paper, NTNU,. IE-A-255.
18. **Korhonen, J.** (2001). Four Ecosystem Principles for an Industrial Ecosystem, Journal of Cleaner Production 9, 253-259.

19. **Korhonen, J.** (2001). Regional industrial ecology : examples from regional economic systems of forest industry and energy supply in Finland, *Journal of Environmental Management* 63, 367-375.
20. **Korhonen, J.** (2001). Some Suggestions for Regional Industrial Ecosystems – Extended Industrial Ecology, *Eco-Management and Auditing* 8, 57-69.
21. **Korhonen, J.** (2003). Should we measure corporate social responsibility ?, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 10, 25-39.
22. **Korhonen, J.** (2003). Two Path to Industrial Ecology: Applying the Product-based and Geographical Approaches, *Journal of Environmental Planning and Management* 45(1), 39-57.
23. **Korhonen, J., Niemeläinen, H., Pulliainen, K.** (2002). Regional Industrial Recycling Network in Energy Supply – The case of Joensuu City, Finland, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 9, 170-185.
24. **Korhonen, J., Snäkin, J.P.** (2003). Industrial ecosystem evolution of North Karelia heating energy system, *Regional Environmental Change* 3, 128-139.
25. **Korhonen, J., Wihersaari, M., Savolainen, I.** (2001). Industrial ecosystem in the Finnish forest industry : using the material and energy flow model of a forest ecosystem in a forest industry system, *Ecological Economics* 39, 145-161.
26. **Lindqvist, A., Burström von Malmberg, F.** (2003). What can we learn from local substance flow analyses ? – The review of Cadmium flows in Swedish municipalities, *Environmental Technology & Management Group, Dept. of Mechanical Engineering, Linköping University, Sweden.*
27. **Mirata, M., Pearce, R.** (2003). Industrial Symbiosis in the UK, *International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE), Envirolink North West.*
28. **Niutanen, V., Korhonen, J.** (2003). Industrial ecology flows of agriculture and food industry in Finland : utilizing by-product and waste, *International Journal of Sustainable Development* 10, 133-147.
29. **Niutanen, V., Korhonen, J.** (2003). Towards a regional management system – waste management scenarios in the Satakunta Region, Finland, *International Journal of Environmental Technology and Management, Vol.3, No. 2.*
30. **Røine, K.** (2000). Does Industrial Ecology provides any perspective ?, report 3/2000, *Industrial Ecology Programme, NTNU – Norwegian University of Science and Technology, 37p.*
31. **Sterr, T.** (2002). Inter industrial material flow management – The Rhine Neckar Experience, *HelSIE International symposium on Industrial Ecology and Material Flow – proceedings, p285.*
32. **Sterr, T.** (2002). Potential of an Industrial Region to close the Loop, *International Conference on Regional Cycles : Regional Economy towards Sustainability, Leipzig, Germany, 31 October – 2 November 2002.*
33. **Sterr, T., Ott, T.** (?). Instrument for the promotion of sustainability oriented management of waste by inter-industrial coordination within an industrial region, *Institut für Umweltwirtschaftsanalysen (IUWA), Heidelberg, Allemagne.*
34. **Thoresen, J.** (2001). « Productivity 2005 » *Industrial Ecology, Implementation and Maintenance of Ecopark co-operation, ISSN: 1501-6153 ISBN: 82-7948-010-2. Rapport nr 1/2001, 32s, NTNU – Norwegian University of Science and Technology.*
35. **Thoresen, J.** (2002). *Industrial Ecology, Principles and Practices, Lecture for SB5055 Closed Material Loop, NTNU – Norwegian University of Science and Technology.*
36. **Côté, R., Ellison, R., Grant, J., Hall, J., Klynstra, P., Martin, M., Wade, P.** (1994). *Designing and operating Industrial Parks as Ecosystems, School for Resource and Environmental Studies, Faculty of Management, Dalhousie University, 112p.*
37. **Côté, R., Hall, J.** (1994). *The Industrial Ecology Reader, School for Resource and Environmental Studies, Faculty of Management, Dalhousie University.*
38. **Côté, R., Kelly, T., MacDonnel, J., Mermer, T., Murray, R., Smolenaars, T.** (1996). *The industrial Park as an Ecosystem : sectoral case studies, School for Resource and Environmental Studies, Faculty of Management, Dalhousie University, 123p.*
39. **Côté, R., Kelly, T., Reid, H., Smolenaars, T.** (1996). *The industrial Park as an Ecosystem : cross-sectoral case studies, School for Resource and Environmental Studies, Faculty of Management, Dalhousie University, 123p.*
40. **Lowe, E.** (2001) [en ligne]. *Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing countries, Indigo Development. <http://www.indigodev.com>*
41. **Bringezu, S., Schütz, H., Moll, S.** (2002). *Towards Sustainable Resource Management in the European Union, Wuppertal Papers, Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy, N°121, ISSN 0949-5266.*
42. **Schlarb, M.** (2001). *Eco-Industrial Development : A strategy for building sustainable communities, Reviews of Economic Development Literature and Practices, N°8, Cornell University, 43p.*
43. **Schmidlin, M.** (2000). *Perspectives concrètes pour l'écologie industrielle en Afrique : L'exemple du Cameroun, ICAST, Genève, 47p.*
44. **Entreprise et Territoire**, Synthèse des études d'image, de notoriété et de positionnement territorial des sites de l'entreprise, *Ciments CALCIA, octobre 2000*
45. **United Nations Environment Programme, Industry and Environment (UNEP IE).** *Environmental Management of Industrial Estates, Volume 19 n°4, October – December 1996. ISSN 0378-9993*
46. **United Nations Environment Programme, Industry and Environment (UNEP IE).** *The Environmental Management of Industrial Estates, Technical Report n°39, 1997. ISBN 92-807-1652-2*
47. **United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics (UNEP),** *China State Environmental Protection Agency. The Environmental Management of Industrial Estates in China, 2001. ISBN 92-807-1997-1*

ACTES DE CONFERENCES

1. **Chalmers University of Technology and Göteborg University** (5 February 2002). *Technology and Policy for Sustainable Development, Center for Environnement and Sustainability.*
2. **DATAR, Caisse des Dépôt et Consignation, OCDE** (28/29/30 janvier 2002). *Entretiens Internationaux de l'Aménagement et du Développement du territoire, Actes, Paris.*
3. **ICLEI, Federal Ministry of Education and Research of Germany, GSF** (31 October – 2 November 2002). *Regional Cycles: Regional Economy towards Sustainability, International Conference, Leipzig, Germany.*
4. **UNEP** (2001). *Workshop on eco-efficient management of industrial parks, 14-15 February 2001, Report, Schkopau, Germany.*
5. **De Rosnay, J.** (12 novembre 1996). *Une approche systémique de l'énergie, Conférence FIFEL, Lausanne.*

6. **Côté, R** (July 12-14 2000). Industrial Ecology and Small Businesses : Experiences from Burnside Industrial Park, International Symposium on Sustainable Small and Medium-Sized Enterprises, Taiwan.
7. **Helsinki Symposium on Industrial Ecology and Material Flow (HeISIE)** (30th August - 3rd September 2000) [en ligne]. <http://www.cc.jyu.fi/helsie/>
8. **Tellus Institute** (March 6, 2002). Resource Management : From Waste to Resource Efficiency, Tellus Brown Bag Lunch.
9. **Devens Enterprise Commission** (novembre 2002). Brownfields Conference : Devens Case study, Charlotte, Caroline du Nord.
10. **Canadian Eco-Industrial Networking, Western Economic Diversification Canada** (2002) [en ligne]. Industrial Ecology in Practice : Opportunities for Eco-Industrial Development in Canada, the US and Asia, Globe 2002, Workshop proceedings, Vancouver, British Columbia, Canada. <http://www.globe2002.com/specialwork.htm>
11. **Centre de Recherche en Environnement – Uqam Sorel-Tracy, Cégep de Sorel-Tracy** (1998). L'écologie Industrielle : une stratégie de développement, Conférence internationale, 275p.
12. **Commission Européenne, CNRS, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Université François-Rabelais de Tours**. Recherche et développement régional durable, Actes du troisième symposium Européen, 18 et 19 décembre 2000, Tour. ISBN 2-86906-156-0

Annexe 1 : Tableau de synthèses des projets visités

Pays	N°	Projet	Année de lancement	Lieu	Organisation responsable	Commentaires
Royaume-Uni	1	A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York	Étude en 2001	Ville de York Région du Yorkshire	Stockholm Environment Institute (SEI)	Une des premières études d'analyse de flux de matière et de calcul de l'empreinte écologique à l'échelle d'une ville
	2	National Industrial Symbiosis Programme (NISP)	Première étude en 2000 Création du NISP en 2002	Ville de Birmingham Région du Humberside	Business Council for Sustainable Development, North Sea Region (BCSD - UK)	Projet interrégional de symbiose industrielle coordonné nationalement
	3	Eco-industrial development : its potential as a stimulator of economic development	2001	Ville de Hull Région du Humberside	Université de Hull	Travail de Recherche effectué par Pauline Deutz, David Gibbs et Amy Proctor
Allemagne	4	Inter-industrial Material Flow Management The Rhine-Neckar Experience	Première expérience en 1996 Extension du projet en 2001	Ville de Heidelberg Région Rhine Neckar	(IUWA)	Projet de coopération interindustrielle à une échelle régionale
Canada	5	Plate-forme de démonstration en écologie industrielle	Création du CTTEI en 1998 Projet de Plate-forme en 2003	Sorel-Tracy Montérégie, Québec	Centre de Transfert Technologique en Ecologie Industrielle (CTTEI)	Projet de maillage interindustriel régional basé sur la valorisation et l'échange de matières résiduelles industrielles
	6	Eco-industrial Development and Environmental management of Burnside Industrial Park	Première étude sur le parc en 1992 Création du Centre en 1998	Halifax Nouvelle-Ecosse	Eco-Efficiency Center, Université de Dalhousie	Projet de gestion environnemental d'un parc industriel de grande échelle sur les principes des écosystèmes industriels
États-Unis	7	Assessing the Flow of Materials in a Region	Création du Centre en 1995	Ville de Chelsea État du Massachusetts	Chelsea Center for Recycling and Economic Development	Activité de développement économique à l'échelle d'un état basé sur le recyclage et la réutilisation de la matière.
	8	Eco-industrial park of DEVENS	Mandat de la Devens Enterprise Commission en 2000	Ville de Devens État du Massachusetts	Devens Enterprise Commission	Redéveloppement d'une ancienne base militaire sur les principes de l'écologie industrielle

Annexe 1 : Tableau de synthèses des projets visités

Pays	N°	Projet	Année de lancement	Lieu	Organisation responsable	Commentaires
États-Unis	9	Industrial Ecosystem Development Project	1997	Research Triangle Park, Caroline du Nord	Triangle J Council	Projet d'écosystème industriel à l'échelle régionale
Mexique	10	By-product Synergy : a Demonstration Project	Première prise de conscience des industriels	Tampico Golfe du Mexique en 1997	Consejo Empresarial del Desarrollo Sostenible - CEDES	Projet pilote d'échange de sous-produits entre industriels du secteur de la chimie / pétrochimie
Suède	11	Industrial Symbiosis	2003 in Landskrona	Landskrona	International Institute for Industrial Environmental	Initié 2002 par l'IIIEE, ce projet en s'inspire de l'initiative NISP en Angleterre et consiste à mettre en œuvre le concept de symbiose industrielle dans un contexte suédois.
Danemark	12	Industrial Symbiosis of Kalundborg	Premier échange entre industriel en 1959 Création du Industrial Symbiosis Institute en 1996	Ville de Kalundborg	Industrial Symbiosis Institute	La symbiose de Kalundborg est l'exemple le plus connu de réseau éco-industriel.