
THESE

pour l'obtention du grade de

Docteur de l'Université de technologie de Troyes

Spécialité : Développement Durable

présentée et soutenue par

Sabrina BRULLOT

le 4 février 2009

Mise en œuvre de projets territoriaux d'écologie industrielle en France :
vers un outil méthodologique d'aide à la décision

Sous la direction de Dominique BOURG et Nicolas BUCLET

JURY

Mme Barles Sabine – Professeur à l'Université Paris VIII - Rapporteur

Mr Beaurain Christophe – Professeur à l'Université de Limoges

Mr Bourg Dominique - Professeur à l'Université de Lausanne – Directeur de thèse

Mr Buclet Nicolas – Maître de Conférences à l'UTT – Directeur de thèse

Mme Maillefert Muriel – Maître de Conférences à l'Université de Lille 3

Mr Pecqueur Bernard – Professeur à l'Université de Grenoble - Rapporteur

REMERCIEMENTS

Au moment de conclure ce travail, c'est avec plaisir et émotion que j'exprime ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide durant ces années de thèse.

Je tiens tout d'abord à remercier Dominique Bourg, ancien directeur du Centre de Recherches et d'Etudes Interdisciplinaires sur le Développement Durable (CREIDD) de l'UTT, actuellement Professeur des Universités à l'Institut de Politiques Territoriales et d'Environnement Humain de l'Université de Lausanne, pour m'avoir permis de débiter ce travail, sous sa direction et au sein de son équipe. Toute ma gratitude va également à Nicolas Buclet, actuel directeur du CREIDD qui, au départ de Dominique Bourg, a accepté de co-diriger cette thèse. Je leur adresse toute ma reconnaissance et les remercie chaleureusement pour leur disponibilité, leurs conseils et leur accompagnement durant ces années.

Je remercie également les membres du jury pour avoir accepté d'en faire partie et pour l'examen critique de mon travail, et plus spécialement les rapporteurs, Sabine Barles et Bernard Pecqueur.

Mes remerciements vont également à Suren Erkman que j'ai eu l'honneur de rencontrer à l'occasion d'un cours, lorsque j'étais étudiante ingénieur à l'UTT. Il m'a véritablement transmis sa passion pour l'écologie industrielle et m'a convaincu de la nécessité de contribuer au grand défi visant à favoriser sa mise en œuvre en France.

Je tiens également à remercier Arnaud Ansart, ancien chef de projet « Ecologie industrielle » d'EDF R&D, pour m'avoir donné envie, lors de mon stage de Mastère effectué au centre EDF R&D des Renardières, en 2003, de poursuivre mes études par cette aventure passionnante. J'adresse aussi une attention particulière à l'ensemble des acteurs de l'écologie industrielle en France avec qui j'ai eu l'occasion de travailler, en particulier Cyril Adoue (Systèmes Durables), Dimitri Coulon (Orée) et Benoit Duret (Mydiane). Je les remercie chaleureusement pour leur sympathie et nos multiples discussions qui ont véritablement contribué à enrichir ma réflexion.

Mes remerciements et toute mon amitié vont également aux collègues du CREIDD. La richesse des échanges avec ces personnes aux domaines de compétences très variés donnent à ces années de thèse une dimension professionnelle et humaine exceptionnelle. Merci en particulier à Bertrand Guillaume, Gregory Lannou, Fabrice Mathieu et Tatiana Reyes. Leurs conseils, leur soutien et leur bonne humeur ont été très précieux et tiennent une place importante dans l'achèvement de cette thèse. Par ailleurs, ce travail n'aurait pu être accompli sans l'ensemble des membres fondateurs du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, mon territoire d'expérimentation privilégié. Je remercie donc l'ensemble des acteurs industriels et institutionnels, et stagiaires qui, par leur disponibilité et leur investissement, ont contribué à faire progresser ces recherches.

Je ne peux achever ces remerciements sans avoir une pensée pour mes amis de l'UTT qui, quotidiennement, m'ont soutenue, voire supportée ... merci à Delph, Guillaume, JS, Raph, Steph et Val.

Enfin, un grand merci à mon époux, Olivier, pour sa patience, ses encouragements et son soutien sans faille durant ces années.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-----------|
| TABLE DES MATIERES | 5 |
| LISTE DES TABLEAUX | 11 |
| LISTE DES FIGURES | 13 |
| | |
| INTRODUCTION GENERALE | 15 |
| | |
| PARTIE 1 : A PROPOS DE L'ECOLOGIE INDUSTRIELLE : CONCEPT, ENJEUX ET OUTILS | 25 |
| | |
| INTRODUCTION DE LA PREMIERE PARTIE | 27 |
| | |
| CHAPITRE 1 : L'ECOLOGIE INDUSTRIELLE AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT DURABLE | 29 |
| | |
| 1. A propos du développement durable | 32 |
| 1.1. Emergence et définition du concept de développement durable | 33 |
| 1.2. Les enjeux du développement durable | 35 |
| 1.2.1. Présentation de l'approche systémique | 36 |
| 1.2.2. Déclinaison des enjeux du développement durable à travers l'approche systémique | 39 |
| | |
| 2. Présentation de l'écologie industrielle | 46 |
| 2.1. L'émergence de l'écologie industrielle | 47 |
| 2.2. Des visions divergentes du concept d'écologie industrielle | 49 |
| 2.3. Les principes d'éco-restructuration de la société industrielle | 53 |
| 2.4. Les enjeux de l'écologie industrielle | 55 |
| 2.5. Ecologie industrielle et symbiose industrielle : quelles différences ? | 58 |
| | |
| 3. L'application de l'écologie industrielle suffit-elle à répondre aux enjeux du développement durable ? | 60 |
| | |
| 4. Synthèse du chapitre 1 | 63 |

| | |
|---|----------------|
| CHAPITRE 2 : MISE EN ŒUVRE DE L'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE | 67 |
| 1. Déploiement opérationnel de l'écologie industrielle | 69 |
| 1.1. Quelques définitions | 69 |
| 1.1.1. Qu'est-ce qu'un éco-parc ? | 69 |
| 1.1.2. Qu'est-ce qu'une synergie d'écologie industrielle ? | 72 |
| 1.2. Inventaire des démarches d'écologie industrielle dans le monde | 73 |
| 2. L'écologie industrielle : une approche territoriale | 78 |
| 2.1. Qu'est-ce qu'un territoire ? | 78 |
| 2.2. Les acteurs d'un territoire : de leur processus de coordination au développement territorial | 81 |
| 2.3. Symbioses industrielles et aménagement du territoire | 86 |
| 2.3.1. Qu'est-ce que l'aménagement du territoire ? | 86 |
| 2.3.2. Présentation des systèmes productifs localisés | 88 |
| 2.3.3. SPL : une stratégie d'aménagement du territoire | 91 |
| 2.3.4. La symbiose industrielle : une forme particulière de SPL | 93 |
| 2.3.5. L'écologie industrielle : une stratégie d'aménagement du territoire | 98 |
| 3. Exemple de symbiose : la symbiose de Kalundborg | 100 |
| 3.1. Description technique de la symbiose | 100 |
| 3.2. Caractéristiques inhérentes au contexte | 102 |
| 4. Synthèse du chapitre 2 | 104 |
| CHAPITRE 3 : ANALYSE DES STRATEGIES ET METHODOLOGIES DE MISE EN ŒUVRE DE SYMBIOSES INDUSTRIELLES | 107 |
| 1. Quelles méthodes pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle ? | 110 |
| 1.1. Revue des principales méthodologies disponibles | 111 |
| 1.2. Synthèse méthodologique d'élaboration d'un processus décisionnel de mise en œuvre | 114 |
| 1.2.1. Phase préparatoire | 115 |
| 1.2.2. La phase de collecte des données | 118 |
| 1.2.3. La phase d'analyse des données | 119 |
| 1.2.4. La phase de mise en œuvre des synergies | 122 |
| 1.2.5. La phase d'évaluation | 123 |
| 1.3. Les principales recommandations méthodologiques | 124 |
| 2. Quelle(s) stratégie(s) pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle ? | 134 |
| 2.1. Présentation de la grille de lecture | 134 |
| 2.2. Présentation des projets analysés | 137 |
| 2.2.1. Industrial Ecosystem Development Project (IEDP), en Caroline du Nord, aux États-Unis | 139 |
| 2.2.2. Industrial Symbiosis Programme (ISP), à Landskrona, en Suède | 141 |
| 2.2.3. Kwinana Industrial Synergy (KIS), à Kwinana, en Australie | 142 |

| | |
|---|----------------|
| 2.2.4. Burnside Industrial Synergy project, Halifax, Canada | 143 |
| 2.2.5. Inter-industrial Material Flow Management, Rhine-Neckar, Allemagne | 144 |
| 2.2.6. INdustrial EcoSystem Project, port de Rotterdam, Pays-Bas | 145 |
| 2.2.7. Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, France | 146 |
| 2.3. Résultats de l'analyse | 149 |
| 2.3.1. Les acteurs impliqués dans les projets | 149 |
| 2.3.2. Les territoires et périmètres d'étude | 171 |
| 2.3.3. Des objectifs poursuivis différents pour l'application d'un concept similaire | 176 |
| 3. Synthèse du chapitre 3 | 178 |
| CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE | 181 |
| PARTIE 2 : VERS UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UNE SYMBIOSE INDUSTRIELLE | 183 |
| INTRODUCTION DE LA SECONDE PARTIE | 185 |
| CHAPITRE 4 : VERS UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UNE DEMARCHE D'ECOLOGIE INDUSTRIELLE | 187 |
| 1. Etape 1 : Réalisation d'un diagnostic territorial | 193 |
| 1.1. Identification et classification des parties prenantes | 195 |
| 1.1.1. Identification des parties prenantes | 195 |
| 1.1.2. Caractérisation des acteurs | 203 |
| 1.2. Analyse du contexte territorial | 216 |
| 1.2.1. Contexte économique | 217 |
| 1.2.2. Contexte politique | 220 |
| 1.2.3. Contexte social | 226 |
| 1.2.4. Contexte organisationnel | 228 |
| 1.2.5. Contexte environnemental | 230 |
| 1.2.6. Synthèse : une grille d'analyse du contexte territorial | 231 |
| 2. Etape 2 : Définition de la stratégie de mise en œuvre | 234 |
| 2.1. Constitution de l'équipe projet | 236 |
| 2.1.1. Composition initiale de l'équipe projet | 237 |
| 2.1.2. Evolution de l'équipe projet en un réseau institutionnalisé | 245 |
| 2.2. Définition de l'objectif du projet et de l'échelle du territoire retenu | 250 |
| 2.2.1. Un territoire évolutif | 250 |
| 2.2.2. Des objectifs multiples pour un résultat similaire | 252 |
| 2.3. Autres éléments stratégiques | 254 |
| 2.3.1. L'animation du projet | 255 |
| 2.3.2. La communication | 256 |
| 2.3.3. L'organisation générale et la planification | 256 |
| 2.3.4. La recherche de financements | 259 |

| | |
|--|----------------|
| 3. Les autres étapes du processus d'aide à la décision | 260 |
| 3.1. Etape 3 : Déroulement du projet | 261 |
| 3.2. Etape 4 : Evaluation du projet | 261 |
| 3.2.1. Les caractéristiques d'une démarche d'écologie industrielle | 263 |
| 3.2.2. Comment mesurer l'institutionnalisation d'un réseau ? | 265 |
| 3.2.3. Les critères de pérennité d'une démarche d'écologie industrielle | 267 |
| 4. Synthèse du chapitre 4 | 271 |
| CHAPITRE 5 : LES SPECIFICITES DU TERRITOIRE FRANÇAIS | 275 |
| 1. L'écologie industrielle à travers l'histoire de l'industrialisation | 278 |
| 1.1. Production en série versus production artisanale | 280 |
| 1.1.1. La production en série | 280 |
| 1.1.2. La production artisanale | 281 |
| 1.2. Ce qui s'est passé en France | 285 |
| 1.2.1. L'industrie française au 19 ^{ème} siècle | 285 |
| 1.2.2. L'industrie française de la fin du 19 ^{ème} siècle à la Grande Dépression de 1929 | 286 |
| 1.2.3. L'industrie française de la Seconde Guerre Mondiale aux années 1960 | 289 |
| 1.2.4. La crise de l'économie de la production en série de 1960 à 1980 | 292 |
| 1.2.5. L'industrie française depuis 1980 | 295 |
| 1.2.6. L'écologie industrielle : une alternative à la 3 ^{ème} révolution industrielle ? | 298 |
| 2. L'écologie industrielle du point de vue des entreprises | 300 |
| 2.1. Une sensibilité environnementale peu développée | 301 |
| 2.2. L'écologie industrielle : une préoccupation réservée aux grandes entreprises | 301 |
| 2.3. Des relations interentreprises dans un climat de méfiance | 302 |
| 2.4. Quelques exceptions qui confirment la règle ... | 303 |
| 2.5. Recommandations concernant la sensibilisation des acteurs | 305 |
| 3. Une politique d'aménagement du territoire favorable à l'émergence de l'écologie industrielle | 309 |
| 3.1. La naissance de l'aménagement du territoire en France et son évolution | 309 |
| 3.1.1. L'aménagement du territoire depuis sa création aux années 1970 | 310 |
| 3.1.2. D'une politique d'aménagement nationale à une planification régionale | 313 |
| 3.1.3. Vers une organisation décentralisée et horizontale de l'aménagement des territoires | 317 |
| 3.2. De nouveaux instruments législatifs | 318 |
| 3.3. La politique d'aménagement du territoire aujourd'hui | 323 |
| 3.3.1. Les contrats de plan Etat-Région | 324 |
| 3.3.2. La politique d'appui aux systèmes productifs locaux (SPL) | 325 |
| 3.3.3. Les documents d'urbanisme | 326 |

| | |
|--|------------------------|
| 4. Les acteurs publics et leurs compétences | 332 |
| 4.1. Les collectivités territoriales et les structures de coopération intercommunale | 332 |
| 4.1.1. Les Régions | 333 |
| 4.1.2. Les départements | 333 |
| 4.1.3. Les communes | 335 |
| 4.1.4. Les structures de coopération intercommunale | 336 |
| 4.2. Les autres parties prenantes du territoire | 338 |
| 4.2.1. Les chambres consulaires | 339 |
| 4.2.2. Les agences d'Etat et services déconcentrés | 341 |
| 4.2.3. Les agences de développement économique | 345 |
| 5. Synthèse du chapitre 5 | 346 |
| CONCLUSION DE LA SECONDE PARTIE | 351 |
| CONCLUSION GENERALE | 353 |
| BIBLIOGRAPHIE | 367 |
| ANNEXES | 383 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|-----|
| Tableau 1 : Principales différences entre les approches analytique et systémique. ... | 38 |
| Tableau 2 : Comparaison des caractéristiques structurelles des symbioses industrielles et des SPL [Brullot, 2006b]..... | 95 |
| Tableau 3 : Synthèse comparative des méthodologies analysées. | 114 |
| Tableau 4 : Synthèse méthodologique et analyse critique. | 133 |
| Tableau 5 : Grille d'analyse de la stratégie et du contexte territorial des projets analysés. | 137 |
| Tableau 6 : Acteurs impliqués dans les projets analysés. | 153 |
| Tableau 7 : Caractéristiques générales des stratégies de type bottom-up. | 160 |
| Tableau 8 : Caractéristiques générales des stratégies de type top-down..... | 163 |
| Tableau 9 : Caractéristiques générales des stratégies de type horizontal. | 170 |
| Tableau 10 : Territoires et périmètres d'étude des projets analysés..... | 172 |
| Tableau 11 : Classification des bases de pouvoir selon J. G. Vaillancourt et P. Vaillancourt [Vaillancourt, 1981]..... | 205 |
| Tableau 12 : Synthèse des recommandations pour la définition des rôles des acteurs clés, au sein de l'équipe projet, en fonction de leurs attributs (légitimité, pouvoir et intérêt). | 215 |
| Tableau 13 : Grille d'analyse synthétique pour la réalisation du diagnostic territorial. | 234 |
| Tableau 14 : Hiérarchisation des acteurs porteurs potentiels. | 239 |
| Tableau 15 : Hiérarchisation des acteurs coordinateurs potentiels..... | 241 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|-----|
| Figure 1 : Boucle de rétroaction positive [De Rosnay, 1975, p. 111]. | 41 |
| Figure 2 : Boucle de rétroaction négative [De Rosnay, 1975, p. 33]. | 41 |
| Figure 3 : Principe de maturation de la société industrielle selon B. Allenby | 50 |
| Figure 4 : Synergies d'écologie industrielle (Source : Systèmes durables). | 73 |
| Figure 5 : La symbiose de Kalundborg (Source : Systèmes-Durables). | 101 |
| Figure 6 : Représentation agrégée des différentes étapes du processus méthodologique global. | 191 |
| Figure 7 : Diagramme de STRATIS (niveau 1). | 192 |
| Figure 8 : Diagramme de réalisation du diagnostic territorial (bloc 1, niveau 2). | 194 |
| Figure 9 : Grille d'analyse pour la classification des acteurs du territoire. | 203 |
| Figure 10 : Typologie des parties prenantes en fonction des attributs dont elles disposent. | 210 |
| Figure 11: Diagramme représentant la définition de la stratégie de mise en œuvre (bloc 2, niveau 2). | 235 |

INTRODUCTION GENERALE

L'écologie industrielle est un domaine d'application qui, fondé sur une approche systémique, s'inspire du caractère cyclique du fonctionnement des écosystèmes naturels pour recréer, à l'échelle de la société industrielle, une organisation caractérisée par de faibles flux de matières et d'énergie et un fort de taux de recyclage. Elle emprunte un certain nombre de notions à des disciplines scientifiques telles que l'écologie, la biogéochimie, la sociologie, l'économie, la géographie, les sciences de l'ingénieur et l'aménagement du territoire, lui conférant ainsi un caractère interdisciplinaire. Concernant ses fondements théoriques, deux visions de l'écologie industrielle se côtoient au sein de la communauté scientifique. La première, qui a parmi ses chefs de file Brad Allenby, considère l'écologie industrielle comme une « science de la durabilité », visant l'optimisation systémique de la société industrielle grâce au déterminisme technologique et au libéralisme de marché **[Allenby, 1999]**. Cette vision de l'écologie industrielle semble s'apparenter au principe de la durabilité faible, sans considération des aspects sociaux et humains. Ainsi, parce que nous soutenons l'hypothèse selon laquelle les spécificités techniques concernant la qualité et la quantité des flux à échanger, ainsi que les mécanismes de marché, ne suffisent pas à garantir le déploiement, avec succès, de démarches d'écologie industrielle, nous privilégierons, dans le cadre de ce travail, la seconde vision portée John Ehrenfeld. Celui-ci place en effet le facteur humain au cœur de ces démarches **[Ehrenfeld, 1997a]**. Nous nous intéresserons tout particulièrement à l'aspect opérationnel de l'écologie industrielle, persuadés que sa mise en œuvre peut contribuer à un développement de notre société plus soutenable d'un point de vue environnemental, tout en améliorant la compétitivité des entreprises impliquées, et contribuant ainsi au développement local du territoire sur lequel elles sont implantées. Si dans son acception la plus large la mise en œuvre de l'écologie industrielle peut inclure de multiples applications telles que l'éco-conception, le recours aux énergies renouvelables, l'économie de fonctionnalité ou encore la substitution de l'usage de substances nocives par des substances de moindre impact **[Erkman, 1997]**, nous considérons, en accord avec la plupart des praticiens de l'écologie industrielle, qu'un des chantiers importants de sa mise en œuvre se traduit par le bouclage des flux de matières et d'énergie entre acteurs industriels proches géographiquement, formant ainsi une symbiose industrielle, l'objet de la présente thèse.

Problématique :

Les déchets des uns utilisés comme des ressources par d'autres ... une idée nouvelle ? Pas vraiment si l'on se réfère à l'essor industriel en France, au 19^{ème} siècle, reposant en grande partie sur la transformation des déchets urbains [Barles, 2005]. L'industrie la plus significative est celle du chiffonnage dont l'âge d'or se situe entre 1840 et 1880. Deux des principaux déchets urbains à l'origine de cette activité sont l'os et le chiffon d'origine végétal. Les produits fabriqués à partir de ces déchets ou de ces dérivés sont multiples : colle, fertilisants, papier, objets divers en tabletterie, etc. L'écologie industrielle, domaine d'application abordé dans le cadre de ce travail et reposant sur ce principe d'échange de flux, ne constitue donc pas une révolution dans l'histoire de l'industrialisation, mais plutôt la fin d'une longue amnésie. Au 19^{ème} siècle, c'est la disponibilité de ces déchets urbains, dont il fallait se débarrasser pour des questions d'hygiène et de salubrité des villes, qui a conduit les ingénieurs à inventer de nouveaux procédés. Par la suite, cette forme d'industrie s'est progressivement désintéressée des déchets urbains pour de multiples raisons : l'émergence de nouvelles ressources, des ressources naturelles aux gisements plus importants ; un besoin de massification de la production en réponse à une croissance de la demande ; les progrès technologiques réalisés dans le domaine de la chimie et de l'énergie. Aujourd'hui, on retrouve ce principe consistant à utiliser les déchets des uns comme des ressources par d'autres dans les activités de recyclage dont les filières sont opérationnelles car elles sont techniquement réalisables et économiquement rentables : ver, aluminium, papier, etc. Par ailleurs, la valorisation de coproduits de certains secteurs d'activités dans d'autres s'inspire également de ce principe : les cimenteries consomment, par exemple, de nombreux combustibles de substitution tels que des pneus usagés, des huiles ou encore des solvants ; de nombreux déchets de l'industrie agro-alimentaire sont utilisés en agriculture, notamment pour l'amendement des sols ou l'alimentation animale.

Les déchets des uns utilisés comme des ressources par d'autres ... finalement, l'écologie industrielle ne serait-elle qu'une simple question de bon sens ? Mais alors dans ce cas, pourquoi n'existe-t-il pas davantage de symbioses industrielles à travers le monde ? Pourquoi l'organisation traditionnelle de la production repose-t-elle sur un schéma linéaire dans lequel les entreprises consomment une quantité illimitée de ressources naturelles et rejettent une quantité illimitée de déchets, considérés alors comme ultimes et éliminés en tant que tels, alors même qu'ils présentent, peut-être,

une valeur d'usage voire une valeur marchande ? Le fait est, et nous aurons l'occasion de le constater au cours de cette thèse, que le déploiement de symbioses industrielles à l'échelle de zones d'activités, ou sur des territoires plus larges, est encore assez timide dans le monde, et encore plus en France. Par ailleurs, les scientifiques qui, à partir de travaux consistant à analyser des expériences de manière à en tirer des enseignements, pour la plupart méthodologiques et opérationnels, parviennent à la même conclusion : il existe peu de démarches d'écologie industrielle à travers le monde et la plupart d'entre elles n'en sont qu'aux prémises, les synergies d'écologie industrielle étant bien souvent potentielles et non réelles **[Gibbs, 2007 ; Gibbs, 2002 ; Eilering, 2004]**. Il existe cependant une littérature foisonnante proposant des outils méthodologiques d'ordre normatifs ou des recommandations à partir de l'analyse de retours d'expériences. De nombreux auteurs ont tenté de mettre en évidence des facteurs clés de succès et d'échec concernant, notamment, les aspects organisationnels, la question de l'échelle la plus pertinente, les contraintes réglementaires, la nécessité des relations entre les acteurs publics et privés, ou encore l'importance du rôle de l'animateur dans de telles démarches **[Lowe, 1997 ; Ecosind, 2006 ; Young, 1999 ; Kincaid, 2001 ; Mirata, 2005b ; Starlander, 2003 ; Van Beers, 2005 ; Duret, 2007 ; Gibbs, 2007, Pellenbarg, 2002 ; Heeres, 2004 ; Sterr, 2004 ; etc.]**.

Forts de ce constat, nous pouvons légitimement nous poser les questions suivantes : Pourquoi ne trouve-t-on pas davantage d'expérimentations ? Pourquoi les démarches initiées restent-elles généralement au stade de prémises ? Les outils et méthodes proposés dans la littérature sont-ils adaptés ? Pourquoi ne parvient-on pas à reproduire autant de Kalundborg¹ qu'il existe de zones d'activités ? Existe-t-il des éléments contextuels (économiques, politiques, organisationnels, culturels, humains, environnementaux, etc.) qui favoriseraient le déploiement de symbioses industrielles sur un territoire, et d'autres qui constitueraient des freins ? Quels sont-ils ? Et enfin, pourquoi si peu de démarches sont-elles initiées en France, en dehors du fait que ce domaine d'application n'est apparu dans l'hexagone qu'en 1999, ce qui est certes relativement récent ?

Apporter des éléments de réponses à ces questions, à travers le développement d'un outil méthodologique d'aide à la décision pour la mise en œuvre de projets territoriaux

¹ Exemple de symbiose industrielle la plus aboutie, développée plus en détails dans le second chapitre de ce travail.

d'écologie industrielle, qui plus est dans le contexte français, constitue l'objet de la présente thèse.

Objet de la thèse :

De manière à favoriser le déploiement de l'écologie industrielle en France, nous avons tenté de développer, dans le cadre de ce travail, une méthode de mise en œuvre de symbioses industrielles qui repose sur trois principales hypothèses.

Tout d'abord, en référence aux travaux de M. Mirata, L. Boons et L. Baas [Mirata, 2005a ; Mirata, 2005b ; Boons, 1997], notamment, nous pensons que les aspects techniques et économiques ne suffisent pas à garantir le succès de la mise en œuvre d'une synergie d'écologie industrielle. Si un flux de déchets d'une entreprise correspond, en termes de quantité et de qualité, aux besoins d'une autre entreprise géographiquement proche et susceptible d'utiliser ce flux en substitution d'une ressource neuve, la mise en œuvre opérationnelle de cet échange et son succès ne s'en trouvent pas spontanément garantis, même si celui-ci présente des avantages économiques pour les deux parties. En effet, si les acteurs concernés s'opposent à cette transaction, parce qu'ils n'ont pas suffisamment confiance l'un en l'autre par exemple, ils trouveront tous les arguments nécessaires, y compris en faisant preuve de mauvaise foi, pour prouver que la synergie n'est pas viable. Ils sont également capables de faire obstruction au projet en refusant de communiquer les informations techniques et économiques à l'équipe projet pour l'étude de la faisabilité de la synergie s'ils s'y opposent par principe. Notre première hypothèse consiste donc à dire que **les facteurs humain et organisationnel sont au cœur des démarches d'écologie industrielle**. Pour reprendre les termes de J. Christensen, ancien manager de Novo Nordisk, entreprise impliquée dans la symbiose de Kalundborg, actuellement consultant pour l'Institut de la Symbiose Industrielle de Kalundborg : *"Systems make it possible, people make it happen!"*². La méthode développée dans la présente thèse repose en partie sur cette hypothèse et fournit de nombreuses recommandations permettant de tenir compte de ces facteurs, trop souvent négligés dans les différents éléments méthodologiques existants. Si de nombreux chercheurs sont conscients de l'importance de la coordination des acteurs, cet aspect n'a encore jamais été intégré, à

² Paroles prononcées lors de son exposé à l'occasion du Workshop international « Frontiers of Research in Industrial Ecology » qui s'est déroulé à l'université de Lausanne, en Suisse, du 27 novembre au 1^{er} décembre 2006.

notre connaissance, à une méthode de mise en œuvre de symbioses industrielles. Il figure généralement en recommandation, mais la question de savoir comment tenir compte, de manière opérationnelle, de ce facteur essentiel reste aujourd'hui sans réponse.

Notre seconde hypothèse est intimement liée à la question du territoire le plus pertinent pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle. Nous nous sommes alors intéressés à la définition de la notion de territoire, terme polysémique, et avons tenté de préciser ce qu'on entend par « territoire d'une symbiose industrielle ». En raison, notamment, de l'importance du facteur humain dans les démarches d'écologie industrielle, nous retenons la vision plutôt sociale de la notion de territoire. Celle-ci attribue une place essentielle aux acteurs qui le composent, à leur histoire et leur vécu, ainsi qu'à l'action de ces acteurs sur le territoire [Barel, 1990, Bonnemaïson, 1979, Brunet, 1990, Di Méo, 1991, cités in Tizon, 1996]. Selon nous, le territoire le plus pertinent pour la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle serait donc le résultat même du processus de la démarche [Pecqueur, 2006]. En s'appuyant sur le corpus théorique de la Proximité, la seconde hypothèse sur laquelle s'appuie la méthode développée dans la présente thèse consiste à dire que **le territoire pertinent pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle présente un caractère évolutif et est révélé par le processus de la coordination des acteurs**. Par ailleurs, les symbioses industrielles présentant de fortes similitudes avec les systèmes productifs locaux (SPL) [Brulot, 2006b], nous pensons également qu'elles peuvent être considérées comme des stratégies particulières d'aménagement du territoire. Cet aspect constitue un élément fondateur de la méthode développée plus loin.

Enfin, avant de nous lancer dans le développement d'une nouvelle méthode de mise en œuvre de symbioses industrielles, nous nous sommes naturellement intéressés aux différents outils et recommandations méthodologiques actuellement disponibles dans la littérature scientifique. Notre troisième hypothèse se réfère donc à l'analyse critique de cet état de l'art et consiste à dire que **les éléments méthodologiques disponibles actuellement sont insuffisants et inadaptés au contexte français**.

A partir de ces trois principales hypothèses, ce travail a donné lieu au développement d'une méthode de mise en œuvre de symbioses industrielles, que l'on peut également qualifier d'outil d'aide à la décision, appelé STRATIS (STRATegy for Industrial Symbiosis). L'acronyme anglais fait référence à notre ambition de proposer un outil

adaptable à n'importe quel pays industrialisé. En effet, les éléments relevant de la méthode générale sont indépendants des spécificités du contexte français.

Par ailleurs, nous prévoyons de développer une version informatique de cette méthode dans la cadre de travaux futurs, de manière à faciliter le déploiement de l'écologie industrielle en France, et partout dans le monde. C'est pourquoi, si l'objet de la thèse se focalise sur les deux premières étapes seulement de cette méthode qui en contient quatre, nous avons souhaité présenter l'ensemble de la méthode STRATIS de manière à en démontrer la cohérence globale.

Présentation de la thèse :

Celle-ci comprend deux parties à la fois autonomes et complémentaires. La première est composée des chapitres 1, 2 et 3 et vise essentiellement à positionner nos travaux et présenter nos hypothèses de départ, à partir desquelles une méthode globale de mise en œuvre de symbioses industrielles sera développée dans la seconde partie.

Le **premier chapitre** vise à présenter l'écologie industrielle d'un point de vue conceptuel et opérationnel. Nous tenterons tout d'abord de questionner la contribution de l'écologie industrielle aux enjeux du développement durable, après en avoir précisé les fondements. Nous expliciterons également les deux courants de pensée s'opposant au sein de la communauté scientifique, concernant la définition de l'écologie industrielle, et justifierons le champ dans lequel s'inscrivent ces travaux. Enfin, nous présenterons ce qui fait l'objet de la présente thèse, à savoir la notion de mise en œuvre de symbioses industrielles.

Le **second chapitre** vise essentiellement à expliciter le caractère territorial des symbioses industrielles, après en avoir rapidement proposé une définition et dressé un inventaire des expérimentations à travers le monde. Nous tenterons de définir la notion de territoire et montrerons, grâce à la théorie de la Proximité, que les acteurs sont véritablement au cœur de celui-ci et de sa construction, grâce à leur processus de coordination. Nous montrerons également que les symbioses industrielles peuvent être considérées comme des formes particulières de systèmes productifs locaux et constituent ainsi une stratégie d'aménagement du territoire dont les bénéfices pour celui-ci et pour les acteurs qui le composent seront mis en évidence. Par ailleurs, de manière à illustrer l'objet de notre réflexion, l'exemple de la symbiose industrielle de Kalundborg sera présenté.

Le dernier chapitre de cette première partie, **le chapitre 3**, propose une analyse critique de l'état de l'art des différents outils et méthodes disponibles actuellement dans la littérature scientifiques. Nous proposerons ainsi un processus décisionnel global regroupant, ordonnant et synthétisant l'ensemble de ces éléments méthodologiques aujourd'hui dispersés. L'analyse critique de ce processus nous mènera à effectuer une distinction entre ce que l'on entend par « méthode » ou « outil » et ce que l'on entend par « stratégie ». Ainsi nous verrons que l'ensemble des éléments méthodologiques actuellement disponibles relèvent davantage de la méthode que de la stratégie et chercherons alors à identifier, si elle existe, une « stratégie idéale » ou encore une « stratégie universelle » qu'il suffirait de reproduire sur n'importe quel territoire, de manière à garantir le succès d'une démarche d'écologie industrielle. Grâce à une grille de lecture construite pour les besoins de ce travail, les stratégies mises en œuvre dans le cadre de sept expérimentations seront analysées. Nous verrons alors que celles-ci sont toutes différentes mais que ces expérimentations doivent leur succès au fait que les stratégies déployées sont adaptées aux contextes économique, politique, culturel ou encore relationnel des différents territoires. Cette analyse nous permettra alors de mettre en évidence trois types d'approche possible, d'en définir les principales caractéristiques, et de dégager des généralités entre des éléments de contexte particuliers et le type de stratégie à déployer.

La seconde partie de la thèse vise à proposer la méthode développée dans le cadre de ce travail. En introduction du **chapitre 4**, nous présenterons tout d'abord l'architecture globale de la méthode STRATIS. Celle-ci comprend 4 étapes. Cependant, nous avons choisi, au regard des enseignements tirés de la première partie, de nous focaliser sur les deux premières consistant à réaliser un diagnostic territorial de manière à prendre connaissance du contexte local (étape 1) pour ensuite définir une stratégie parfaitement adaptée à ce contexte (étape 2). L'accent est mis notamment sur la composition de l'équipe projet. Ainsi nous avons développé une méthode d'analyse des différentes parties prenantes potentielles du projet, en fonction de leur appartenance à une structure institutionnelle, et des attributs dont elles disposent. Nous verrons également quels sont les éléments essentiels à retenir lors de l'analyse du contexte territorial. La seconde étape contient un certain nombre de recommandations permettant de définir une stratégie en cohérence avec le diagnostic du territoire préalablement établi.

La troisième étape concerne le déroulement du projet et ne sera pas développée ici en raison de l'existence de nombreux outils et recommandations actuellement disponibles

dans la littérature scientifique. De plus, les résultats du projet COMETHE³ dans lequel nous sommes impliqués viendront amender ce travail.

Enfin, la dernière étape vise à évaluer le projet déployé. Nous proposerons un certain nombre de critères selon lesquels la symbiose industrielle devra être évaluée et insisterons sur l'analyse du degré de maturité du réseau constitué. Nous verrons en effet qu'une démarche mature ou pérenne est une symbiose industrielle dont le réseau d'acteurs est institutionnalisé. Nous tenterons alors d'ébaucher des pistes de réflexion futures, notamment à la lumière du corpus théorique de l'Economie des Conventions, de manière à évaluer la maturité du réseau.

Enfin, le **dernier chapitre** vise à compléter le précédent des éléments méthodologiques spécifiques au contexte français. L'objectif est d'identifier des éléments contextuels susceptibles de constituer des freins ou des leviers à la mise en œuvre de l'écologie industrielle en France. Dans un premier temps, nous montrerons que le contexte politique et industriel français semble favorable au déploiement de symbioses industrielles. Du point de vue de son industrialisation, nous pensons en effet que la France est à l'aube d'une 3^{ème} révolution industrielle, en raison des contraintes liées à la mondialisation de l'économie des marchés et à la pression croissante des marchés internationaux sur la compétitivité de nos entreprises et de nos territoires. Nous montrerons alors que celle-ci pourrait trouver des réponses dans la territorialisation de la production via, notamment, la mise en œuvre de symbioses industrielles. Nous verrons cependant que le contexte culturel et organisationnel des petites et moyennes entreprises, cibles privilégiées des démarches d'écologie industrielle, ne semble pas favorable à l'émergence de ces démarches. D'un point de vue méthodologique, nous insisterons alors sur la sensibilisation de ces acteurs et sur la nécessité d'animer, de manière dynamique, une démarche d'écologie industrielle. L'écologie industrielle étant considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire, nous verrons à travers ce chapitre que la politique française en matière d'aménagement du territoire est plutôt favorable à son déploiement. Nous mettrons alors en évidence les mécanismes financiers ou législatifs susceptibles de favoriser concrètement sa mise en œuvre. Enfin, le succès de la méthode reposant principalement sur la composition de l'équipe projet, nous étudierons en détails les acteurs publics susceptibles d'en constituer des parties prenantes pertinentes, en fonction de leurs compétences. En effet, nous avons vu que le territoire d'une symbiose résultera du processus de coordination des acteurs impliqués et que celui-ci

³ Projet financé par l'Agence Nationale de la Recherche (2008-2011) – Conception d'Outils METHodologiques et d'Evaluation pour l'écologie industrielle.

sera nécessairement à l'interface de plusieurs territoires juridico-administratifs, multipliant ainsi les acteurs publics susceptibles de prendre part à la démarche. Une attention particulière sera alors accordée au processus de décentralisation initié en France depuis les années 1980, que nous considérons comme favorable à l'action territoriale.

Partie 1 : A propos de l'écologie industrielle : Concept, enjeux et outils

| | |
|---|------------|
| INTRODUCTION DE LA PREMIERE PARTIE | 27 |
| CHAPITRE 1 : L'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE | 29 |
| CHAPITRE 2 : MISE EN ŒUVRE DE L'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE | 67 |
| CHAPITRE 3 : ANALYSE DES STRATEGIES ET METHODOLOGIES DE MISE EN ŒUVRE DE SYMBIOSES INDUSTRIELLES | 107 |
| CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE | 181 |

Introduction de la première partie

Cette première partie vise à présenter les principaux concepts théoriques utilisés dans le cadre de ce travail, ainsi qu'à valider nos hypothèses de départ.

Nous nous intéresserons tout d'abord à la définition de l'écologie industrielle et tenterons de positionner ce domaine d'application du point de vue de sa contribution aux enjeux du développement durable, après en avoir précisé les fondements (chapitre 1). Nous verrons également à travers ce chapitre que deux courants de pensée peuvent être distingués concernant ce que l'on peut attendre de l'écologie industrielle. Par ailleurs, la notion de mise en œuvre opérationnelle de ce domaine d'application sera abordée de manière à préciser l'objet de notre travail, à savoir, la symbiose industrielle.

Dans un second temps, nous insisterons sur le principe même de mise en œuvre des symbioses industrielles (chapitre 2). Nous introduirons quelques notions essentielles à la compréhension des éléments abordés dans cette partie et proposerons un inventaire des principales démarches d'écologie industrielle déployées à travers le monde. De manière à illustrer ce qui constitue l'objet de notre recherche, l'exemple de symbiose industrielle le plus abouti et le mieux documenté sera également présenté. Par ailleurs, nous aborderons, à la lumière de la théorie de l'Ecole de la Proximité, la caractéristique essentielle des symbioses industrielles sur laquelle repose la méthode de mise en œuvre proposée dans la seconde partie : l'écologie industrielle est une approche territoriale qui peut constituer une stratégie d'aménagement du territoire. Une symbiose industrielle peut en effet être considérée comme un mode de développement territorial particulier.

Enfin, l'objectif de ce travail étant de proposer un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre de symbioses industrielles, nous présenterons un état de l'art des outils et méthodes disponibles actuellement dans la littérature scientifique (chapitre 3). Une analyse critique de ces éléments, au regard du déploiement encore assez timide de l'écologie industrielle dans le monde, et notamment en France, nous permettra de positionner l'apport de notre travail au sein de la communauté scientifique.

Chapitre 1 : L'écologie industrielle au service du développement durable

| | |
|---|-----------|
| 1. A propos du développement durable | 32 |
| 1.1. Emergence et définition du concept de développement durable | 33 |
| 1.2. Les enjeux du développement durable | 35 |
| 1.2.1. Présentation de l'approche systémique | 36 |
| 1.2.2. Déclinaison des enjeux du développement durable à travers l'approche systémique | 39 |
| 2. Présentation de l'écologie industrielle | 46 |
| 2.1. L'émergence de l'écologie industrielle | 47 |
| 2.2. Des visions divergentes du concept d'écologie industrielle | 49 |
| 2.3. Les principes d'éco-restructuration de la société industrielle | 53 |
| 2.4. Les enjeux de l'écologie industrielle | 55 |
| 2.5. Ecologie industrielle et symbiose industrielle : quelles différences ? | 58 |
| 3. L'application de l'écologie industrielle suffit-elle à répondre aux enjeux du développement durable ? | 60 |
| 4. Synthèse du chapitre 1 | 63 |

Si Aristote et Copernic n'étaient pas d'accord sur la question de savoir qui de la Terre ou du soleil est au centre de l'univers, ils se rejoignent sur un point : celui de la rotondité de la Terre. Son observation depuis l'espace n'a fait que confirmer cette théorie. Qu'on la nomme « la planète bleue », « Gaïa », « le Monde », ou encore « la planète Terre », elle fait partie intégrante d'un système constitué de quatre grands domaines en étroite interaction les uns avec les autres : l'atmosphère, l'hydrosphère, la biosphère et la lithosphère. Selon Joël de Rosnay, cet ensemble est avant tout un système fermé à l'intérieur duquel la vie de l'Homme est rendue possible grâce, notamment, à un certain nombre de mécanismes de régulation **[De Rosnay, 1975]**. Par la suite, nous nommerons cet ensemble « la Terre », ou encore « la planète ».

Nul ne peut ignorer les caractéristiques de la Terre, inhérentes à tout système fermé : elle possède des limites. Son stock de ressources naturelles non renouvelables est fini, sa capacité à absorber les rejets solides, liquides et gazeux provenant de l'activité humaine est limitée. Fortes de ces connaissances, nos sociétés connaissent malgré tout un développement déraisonné de leur activité économique, engendrant un déséquilibre des cycles biogéochimiques. Les ressources naturelles sont surexploitées et les quantités de déchets et émissions polluantes rejetées dans la nature sont de plus en plus importantes. En d'autres termes, la pression qu'exerce l'activité humaine sur la planète est de loin supérieure à ce que celle-ci peut supporter. Face à ce constat, adopter un mode de développement plus soutenable sur le plan environnemental n'est pas une nécessité mais un impératif commun à tous. Cet impératif ne dispose cependant pas d'un poids aussi fort qu'il ne le mériterait, en raison notamment de l'impact des sciences économiques dans la société. L'économie, en effet, ignore souvent cette finitude, accordant une confiance absolue dans la régulation marchande et considérant que la croissance économique permettra de résoudre le problème de dégradation de l'environnement **[Vivien, 2005]**.

Ce chapitre vise, dans un premier temps, à présenter le concept et les enjeux du développement durable. Cette notion fait l'objet d'une littérature très volumineuse et est abordée, de par son caractère interdisciplinaire, selon des points de vue très divers : économie, sociologie, géographie, écologie, biogéochimie, gestion, urbanisme, aménagement, etc. Dans le cadre de ce travail, nous nous intéresserons principalement au développement environnementalement soutenable et aborderons les enjeux poursuivis par celui-ci de manière partielle. En effet, l'objectif de ce chapitre n'est pas de discuter des fondements de cette notion, mais de questionner l'apport de l'écologie industrielle en matière de développement durable. Ainsi, la notion d'écologie

industrielle sera introduite comme étant, pour l'ensemble des acteurs économiques d'un territoire, au premier rang desquels les entreprises, l'une des stratégies possibles de mise en œuvre de la durabilité. Nous détaillerons l'essentiel des faits marquant l'émergence de ce domaine d'application dans la communauté scientifique, puis en proposerons une définition ainsi que la mise en évidence de ses enjeux. L'écologie industrielle appelant une transformation du fonctionnement de nos sociétés industrielles, nous évoquerons ensuite les principes selon lesquels cette transformation peut s'opérer. Enfin, nous aborderons la distinction qui existe, au sein de la communauté scientifique, entre l'écologie industrielle et la notion de symbiose industrielle et justifierons le choix que nous avons effectué dans le cadre de ces travaux de thèse consistant à dire que l'application de l'écologie industrielle réside dans la mise en œuvre de symbioses industrielles.

Pour finir, nous tenterons de répondre à la question de savoir si l'application de l'écologie industrielle suffit, à elle seule, à répondre aux principaux enjeux du développement durable.

1. A propos du développement durable

L'ensemble des études statistiques commanditées par les organismes internationaux tendent à montrer que depuis deux siècles, l'état général de la planète se dégrade. La biodiversité diminue, la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère augmente, la déplétion de la couche d'ozone est croissante, etc. Pour ne citer que quelques chiffres, les forêts mondiales ont été réduites de 5 à 3 milliards d'hectares au cours du XXe siècle. La consommation en eau a été multipliée par 3 entre 1950 et 2000, et celle de combustibles fossiles par 4 **[Brown, 2003, cité in Comélieau, 2006]** ; un quart de la surface émergée des terres est menacé de désertification⁴ ; 20 à 30 % des massifs de coraux sont détruits ou malades, un tiers des mangroves a disparu⁵ ; enfin, selon l'Unesco, entre 48 et 60 pays ne disposeront pas du minimum de 1000 m³ par an et par habitant en 2050, contre 30 pays environ aujourd'hui **[Twain, 2005, p. 53]**. Dans le même temps, d'autres études statistiques démontrent la croissance de la démographie, du nombre de véhicules à moteur mis sur la marché, de la quantité de fertilisants consommés, de la consommation de papier, du nombre de téléphones portables vendus, du développement du tourisme ou encore de la concentration des hommes dans les zones urbaines. Etablir des liens directs de cause à effet entre des

⁴ Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD) et Millénium Ecosystem Assessment, **[cité in Twain, 2005, p. 48]**.

⁵ Millénium Ecosystem Assessment, **[cité in Twain, 2005, p. 51]**

éléments de ces deux séries statistiques n'est scientifiquement pas réalisable. En revanche la corrélation entre ces deux tendances irréfutables ne peut être niée et constitue une difficulté majeure car, selon C. Comélieu, « *les déficits écologiques résultent de la croissance elle-même, tout en s'attaquant aux bases de cette croissance* » [Comélieu, 2006, p. 96].

Nous sommes aujourd'hui confrontés à deux grands problèmes globaux. D'une part, un changement radical s'est opéré en matière d'environnement au cours du XXe siècle. Les conséquences de l'activité humaine sur l'environnement sont devenues globales et les problèmes qui en résultent sont complexes [Comélieu, 2006]. D'autre part, l'humanité doit combattre un déséquilibre qui a littéralement explosé au cours du processus d'industrialisation de nos sociétés. Celui-ci concerne la répartition inégale des richesses sur la planète, alors même que les conditions considérées comme nécessaires et préalables à la réduction de ces inégalités, à savoir, la croissance économique, étaient remplies. Celle-ci a en réalité conduit à aggraver les inégalités. En effet, comme le souligne C. Comélieu, « *même si l'on ne peut pas démontrer une corrélation statistique précise (...) on se trouve confronté à une liaison de logique systémique indéniable* » [Comélieu, 2006, p. 93]. On tend, à travers la poursuite de la croissance indéfinie, à l'approfondissement des inégalités, à la marginalisation, voire à l'exclusion d'une partie grandissante de la population mondiale. Face à ce constat, adopter un mode de développement durable devient un impératif commun constituant le défi de la société du XXIème siècle.

Après une rapide présentation de l'émergence de ce concept dans le milieu institutionnel et de sa définition officielle, une attention particulière sera apportée aux enjeux du développement durable.

1.1. Emergence et définition du concept de développement durable

La prise de conscience du fait que nos sociétés connaissent un développement déraisonné de nos modes de production et de consommation est relativement ancienne, comme l'illustrent les conclusions du rapport publié en 1972 qui s'intitule *Limits of Growth*, rédigé par une équipe du Massachusetts Institute of Technology (MIT) à la demande du Club de Rome. Celui-ci est un organisme créé en 1968. Il regroupait « *une poignée d'hommes, occupant des postes relativement importants dans leurs pays respectifs (un recteur d'université allemande, un directeur de l'OCDE, un vice-président d'Olivetti, un conseiller du gouvernement japonais...), et qui*

souhaitaient que la recherche s'empare du problème de l'évolution du monde pris dans sa globalité pour tenter de cerner les limites de la croissance ».⁶ Publié en français sous le titre *Halte à la croissance ?*, ce rapport met en évidence les dangers écologiques de la croissance économique et démographique de nos sociétés et préconise une croissance zéro en réponse à cet état de faits, ce qui a provoqué une controverse dans les milieux institutionnel et scientifique. Les conclusions de ce rapport sont considérées pour beaucoup comme les prémisses de la conceptualisation du principe du développement durable, même s'il s'agissait surtout d'une mise en garde sur la pénurie des ressources et un constat sur les inégalités de la croissance.

Le concept du développement « soutenable » ou « durable »⁷ a été défini de manière officielle dans le rapport Bruntland [WCED, 1987] de la commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ». Ce concept ne sera consacré que lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, ou sommet de la planète Terre, en 1992 à Rio de Janeiro. Au fur et à mesure, le danger représenté par la croissance économique et démographique exponentielle du point de vue des équilibres des cycles biogéochimiques est devenu une évidence. Aussi le sommet mondial pour le Développement Durable qui s'est tenu à Johannesburg en 2002 avait pour objectif de renforcer les engagements des Etats pris dix ans auparavant dans le sens du développement durable. Un plan d'action et de déclaration a été adopté de manière à réconcilier croissance économique, lutte contre la pauvreté et survie écologique de la planète. Malheureusement, celui-ci est décevant et ne comprend que des engagements chiffrés assez flous et par ailleurs déjà annoncés lors de précédentes rencontres internationales. Les mesures concrètes résultant de ce sommet résident dans les partenariats conclus entre les gouvernements et les acteurs privés (entreprises, ONG, syndicats, etc.) visant à appuyer la mise en œuvre de l'Agenda 21. Si ces mesures ont permis de reconnaître des acteurs potentiels du développement durable, elles restent disjointes car elles reposent sur le volontariat de ces acteurs, ne font l'objet d'aucune procédure d'évaluation et sont généralement assimilées à des actions promotionnelles [Vivien, 2005].

⁶ Selon les propos de Jean Marc Jancovici, recueillis sur son site internet officiel www.manicore.com, le 29/07/2008.

⁷ Le terme le plus couramment utilisé est « développement durable » bien qu'il provienne de l'anglais « sustainable development » dont la traduction littérale est « développement soutenable ».

1.2. Les enjeux du développement durable

L'activité humaine est visible depuis l'espace et ses impacts sont à la fois locaux et globaux [Steffen, 2004]. La révolution industrielle et technologique qui a marqué le XXe siècle a conduit l'homme à adopter un mode de production et de consommation toujours plus soutenu, entraînant une surexploitation des ressources naturelles et un rejet croissant de substances toujours plus nocives dans l'environnement. Les conséquences de l'activité humaine sur l'environnement sont devenues globales et les problèmes qui en résultent sont complexes. Ils se traduisent par la fragilisation des services écologiques rendus par les écosystèmes sans lesquels nous ne saurions vivre : les services de fourniture, les services de régulation et les services culturels⁸. Les conséquences directes de ces problèmes globaux sont de plus en plus perceptibles car elles se traduisent par des phénomènes concrets portant atteinte à l'activité humaine et pouvant aller jusqu'à la remise en cause de la survie de l'Homme sur la terre. Concernant le changement climatique, par exemple, les scénarios développés par l'IPCC prévoient une augmentation de la température moyenne de surface, au niveau global, de 1,1 à 6,4 °C d'ici 2100, entraînant une élévation du niveau de la mer de 18 à 59 cm additionnels⁹. Les habitants des Iles Tuvalu, en Polynésie, seront les premiers à subir les conséquences du réchauffement climatique puisque ces îles devraient prochainement être submergées par l'océan Pacifique. Le gouvernement de cet Etat polynésien négocie d'ores et déjà le rapatriement de ces populations vers l'Australie et la Nouvelle Zélande. Un nouveau terme est apparu dans le vocabulaire diplomatique, celui de « réfugié climatique ». D'autres conséquences tout aussi catastrophiques peuvent être évoquées : la salinisation des nappes phréatiques proches des côtes maritimes ; l'affaiblissement, le déplacement voire la disparition de certains écosystèmes ; la modification des courants marins tels que le Gulf Stream ; la multiplication de phénomènes météorologiques extrêmes ; ainsi que toutes les autres mauvaises surprises, imprévisibles par définition puisque la situation est inédite dans l'histoire de l'humanité.

En second lieu, l'humanité doit combattre un déséquilibre qui a littéralement explosé au cours du processus d'industrialisation de nos sociétés. Celui-ci concerne la répartition inégale des richesses sur la planète. Cette inégalité fait référence à la répartition des ressources naturelles, à la distribution des capitaux et des flux financiers mais également à la capacité d'adaptation des différents pays aux changements induits par

⁸ Rapport du Millenium Ecosystem Assessment, mars 2005.

⁹ Rapport de synthèse du GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), 2007.

l'impact de l'activité humaine sur l'environnement. Par exemple, les principaux pays responsables du réchauffement climatique en raison des quantités très importantes de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère sont des pays qualifiés de « riches » et se situent, pour la plupart, au nord de l'équateur. Les pays les plus pauvres de la planète, se trouvant plutôt au sud de l'équateur, sont également les pays qui souffriront le plus des effets du réchauffement climatique car ils ne disposent pas des moyens nécessaires pour s'en protéger ou pour s'adapter aux changements imposés. Le rapport Stern rédigé par l'économiste Nicholas Stern, paru le 30 octobre 2006, vise à estimer le coût global du changement climatique que devra supporter notre société. Le coût des phénomènes climatiques extrêmes pourraient, à eux seuls, atteindre 0,5 à 1% du PIB mondial par an d'ici 2050. Si l'on s'intéresse à l'impact régional, notons par exemple que le coût annuel des dommages causés aux Etats-Unis par les ouragans pourrait augmenter de 5 à 10 % d'ici 2050.

Devant la complexité croissante de notre société et la globalisation des conséquences de l'activité humaine sur l'environnement, la définition et le déploiement de stratégies de développement durable nécessitent le recours à une approche systémique telle que présentée ci-après.

1.2.1. Présentation de l'approche systémique

Par opposition à l'approche analytique, traditionnellement employée dans le cadre explicatif du fonctionnement de notre société, l'approche systémique repose sur l'analyse de la complexité des systèmes d'une part et sur la compréhension des interactions et des interdépendances qui existent entre les différents éléments constituant ces systèmes d'autre part. La réflexion systémique menée en France, notamment dans les sciences sociales, repose sur les apports de chercheurs tels que B. Walliser, Y. Barel, J.-L. Le Moigne, A. Dauphiné, F. Durand-Dastes ou encore F. Auriac¹⁰. Joël de Rosnay, dans son ouvrage intitulé *Le Macroscopie, vers une vision globale* [De Rosnay, 1975], démontre le caractère complexe de la vie et de la société. Selon lui, « *l'atome, la molécule, la cellule, l'organisme, la société s'emboîtent les uns dans les autres comme un jeu de poupées russes. La plus grande de ces poupées a les dimensions de la planète. Elle englobe la société des hommes et leurs économies. Les villes et les entreprises qui transforment le monde. Les organismes vivants et les*

¹⁰ Selon Alexandre Moine qui, dans son ouvrage qui s'intitule « Le territoire : comment observer un système complexe » (2007), définit les notions de complexité et d'approche systémique. Pour plus d'informations concernant la réflexion théorique liée à l'approche systémique, se référer à la bibliographie très riche de cet ouvrage [Moine, 2007].

cellules qui les constituent » [De Rosnay, 1975, p. 21]. De Rosnay peut être considéré comme un vulgarisateur de l'approche systémique. Il propose, dans le cadre de son ouvrage, un outil opérationnel : le microscope. Il préconise l'usage de cet instrument symbolisant l'approche systémique, pour analyser l'infiniment complexe, de la même manière que le microscope et le télescope permettent d'étudier respectivement l'infiniment petit et l'infiniment grand. Même si l'approche analytique a permis à la science de progresser pendant des siècles, elle ne permet pas d'analyser de manière efficace des systèmes de haute complexité. En effet, elle préconise la décomposition d'un système en éléments simples, analysés indépendamment les uns des autres, de manière à dégager les lois générales prédisant les propriétés du système. Cette prédiction n'est valable que si les lois d'additivité des propriétés élémentaires peuvent s'appliquer, c'est-à-dire si le système est constitué d'éléments similaires dont les interactions sont faibles et linéaires. Or un système complexe, par définition, ne répond pas à ces critères. Selon De Rosnay [De Rosnay, 1975], « *un système complexe est constitué par une grande variété de composants (...) possédant des fonctions spécialisées (...) [et] reliés par une grande variété de liaisons. (...). Les interactions entre les éléments d'un système complexe sont (...) non linéaires* ». Les travaux théoriques menés sur la complexité, notamment par Morin¹¹ et Passet, confirment la nécessité d'adopter l'approche systémique de manière à comprendre le monde qui nous entoure. Selon Passet, la complexité devient « *une grille de lecture du réel* » [Passet, 1986, cité in Moine, 2007, p. 18]. L'approche systémique permet donc de compléter l'approche analytique en analysant un système dans sa complexité et son caractère dynamique. Alors que la résolution d'un problème donné, selon l'approche analytique, consiste à identifier et comprendre les causes du dysfonctionnement, l'approche systémique tend, selon la vision de De Rosnay, à comprendre l'objectif visé, dont l'atteinte est rendue impossible à cause d'un problème survenu, et à proposer de nouvelles stratégies en analysant, par la simulation par exemple, l'effet sur le système de modifications apportées à un élément constitutif et/ou à une interaction. Le tableau ci-dessous illustre les principales différences méthodologiques inhérentes aux approches analytiques et systémiques.

¹¹ Voir E. Morin. Introduction à la pensée complexe. Le seuil, 1990.

| Approche analytique | Approche systémique |
|--|--|
| Isole : se concentre sur les éléments du système | Relie : se concentre sur les interactions entre les éléments |
| Considère la nature des interactions | Considère les effets des interactions |
| S'appuie sur la précision des détails | S'appuie sur la perception globale |
| Modifie une variable à la fois | Modifie des groupes de variables simultanément |
| Indépendante de la durée : les phénomènes considérés sont réversibles | Intègre la durée et l'irréversibilité |
| La validation des faits se réalise par la preuve expérimentale dans le cadre d'une théorie | La validation des faits se réalise par comparaison du fonctionnement du modèle avec la réalité |
| Conduit à une action programmée dans son détail | Conduit à une action par objectifs |
| Connaissance des détails, buts mal définis | Connaissance des buts, détails flous |

Tableau 1 : Principales différences entre les approches analytique et systémique.

[De Rosnay, 1975]

L'approche analytique a été largement employée dans notre société, tant pour sa structuration que pour son fonctionnement. De nombreux exemples peuvent illustrer ce propos. Les différents services gouvernementaux sont très compartimentés et la résolution des problèmes inhérents à l'un ou l'autre de ses services s'appuie rarement sur la transversalité. Cette particularité se retrouve également dans l'organisation des entreprises ou encore des collectivités. La logique analytique est également très présente dans l'organisation de l'enseignement et de la recherche où les disciplines sont généralement séparées, voire cloisonnées. Dans le domaine de la protection de l'environnement, les aspects environnementaux sont considérés les uns indépendamment des autres. Les conséquences négatives de cette logique sont multiples. La résolution des problèmes de manière transversale gagnerait en efficacité car les solutions proposées permettraient de répondre à des attentes multiples. D'autre part, si les problèmes sont traités les uns indépendamment des autres, les stratégies mises en œuvre pour atteindre un objectif dans un domaine précis peuvent avoir des conséquences non négligeables sur des éléments appartenant à un autre domaine. La prise de conscience de la complexité des systèmes dans lesquels nous évoluons et de la nécessité de recourir à une approche systémique pour l'analyse de ces systèmes

ainsi que pour l'élaboration de stratégies a commencé à s'opérer dans notre société depuis quelques années. De nombreux mécanismes et approches transdisciplinaires¹² tendent également à se développer, y compris hors du champ scientifique. Nous pouvons citer par exemple la Politique Intégrée des Produits (PIP) proposée par la Commission Européenne en 2001; la constitution du Conseil National de Développement Durable en janvier 2003 réunissant des représentants de collectivités, d'entreprises, d'associations et d'ONG, ainsi que des personnes qualifiées ; la réorganisation des ministères de manière à adopter des démarches plus transversales en matière de prise de décision ; la création récente, par le Conseil National des Universités, de la section 24 (Aménagement de l'espace, urbanisme) dont la spécificité des travaux réside dans leur interdisciplinarité ; la multiplication des créations de postes de « responsable développement durable » dans les entreprises et de « services développement durable » dans les collectivités ; ou encore le déploiement d'Agenda 21 locaux et de chartes de l'environnement.

1.2.2. Déclinaison des enjeux du développement durable à travers l'approche systémique

Joël de Rosnay propose 10 commandements permettant d'opérationnaliser l'approche systémique de manière à mieux comprendre un système complexe et à agir efficacement pour le maintien de celui-ci. Les 10 commandements de De Rosnay [**De Rosnay, 1975**] vont être explicités et employés ci-après pour analyser la planète en tant que système complexe et identifier les stratégies permettant de maintenir ce système.

- **Conserver la variété**

La stabilité du système repose sur la conservation de la variété des éléments qui le composent. Appliquer ce principe à la planète consiste d'une part à maintenir la biodiversité de la faune et de la flore. D'autre part, à une échelle locale plus restreinte telle qu'un département français, la baisse de la variété des activités économiques, des services publics (écoles, tribunaux, hôpitaux, tec.) voire des classes d'âge de la population peuvent également conduire à un déséquilibre certain du territoire. Celui-ci peut se manifester par une inadéquation, dans ces différents secteurs, entre l'offre et la demande et peut aboutir à des phénomènes d'exode de la population. Cependant,

¹² Selon la définition de Basarab Nicolescu, président-fondateur du Centre International de Recherches et d'Etudes Transdisciplinaires (CIRET) et cofondateur du groupe de réflexion sur la transdisciplinarité auprès de l'UNESCO.

comme le montre Laurent Davezies [Davezies, 2008], un nouvel équilibre peut s'instaurer lorsqu'un territoire ne cherche pas à maintenir une diversité démographique et des catégories sociales présentes. Un territoire qui ne serait plus productif (au sens de la production de biens) peut tout à fait être équilibré grâce à une forte demande d'une population porteuse de revenus dépensés sur ce territoire. Ainsi, de riches retraités, ou des retraités aux revenus plus modestes mais en nombre suffisant, sont capables de solliciter la création de nombreux emplois de service. Dans ce cas, le problème de cette nouvelle forme d'équilibre réside dans le risque de polarisation du territoire. En effet, dans une zone où les électeurs sont principalement des personnes âgées, il est probable qu'un nombre important d'emplois de service soient créés en raison de la forte demande, mais dans un même temps, ces électeurs privilégieront certains investissements au détriment d'autres tels que des écoles et des crèches, renforçant la fuite des plus jeunes catégories démographiques hors du territoire. Il est également fort à parier que ces personnes âgées s'opposeront à l'installation d'entreprises productrices pour préserver leur cadre de vie, pour peu que celle-ci engendrent des nuisances visuelles, olfactives ou auditives.

- **Ne pas ouvrir les boucles de régulation**

Le fonctionnement dynamique des systèmes complexes repose « *sur le jeu combiné des boucles de rétroaction, des flux et des réservoirs* ». Le Grand Robert de la langue française définit la rétroaction comme l' « effet réactionnel engendré dans un organisme, un mécanisme, par son propre fonctionnement dont il assure un contrôle ». La rétroaction positive vise à accélérer ou amplifier le processus en œuvre dans le système telle que représenté sur la Figure 1 et conduit à la divergence. Croissance démographique, prolifération de cellules cancéreuses, dépressions économiques sont des exemples de boucles de rétroaction positive qui, livrées à elles-mêmes conduisent potentiellement à la destruction du système. La rétroaction négative, au contraire, permet de réduire le processus en œuvre dans le système et de le stabiliser, tel que représenté sur la Figure 2. Un thermostat est un exemple de régulateur par rétroaction négative. L'objectif est le maintien d'une température dans le système.

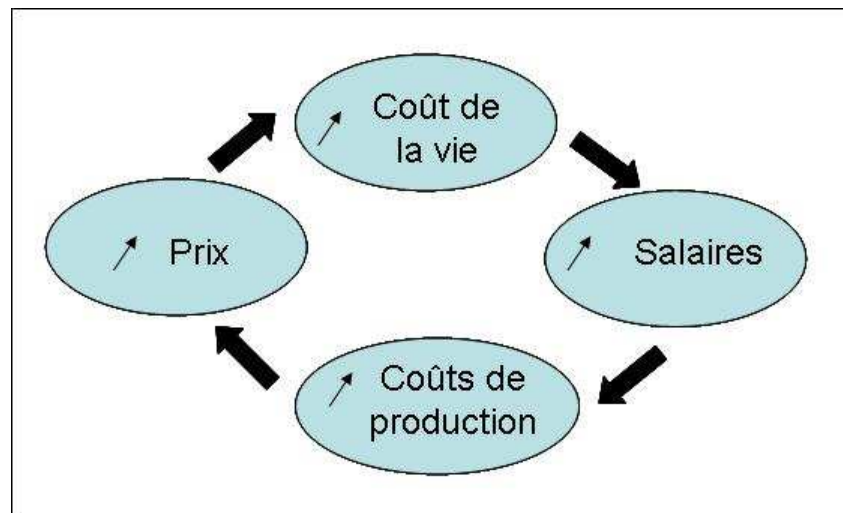


Figure 1 : Boucle de rétroaction positive [De Rosnay, 1975, p. 111].

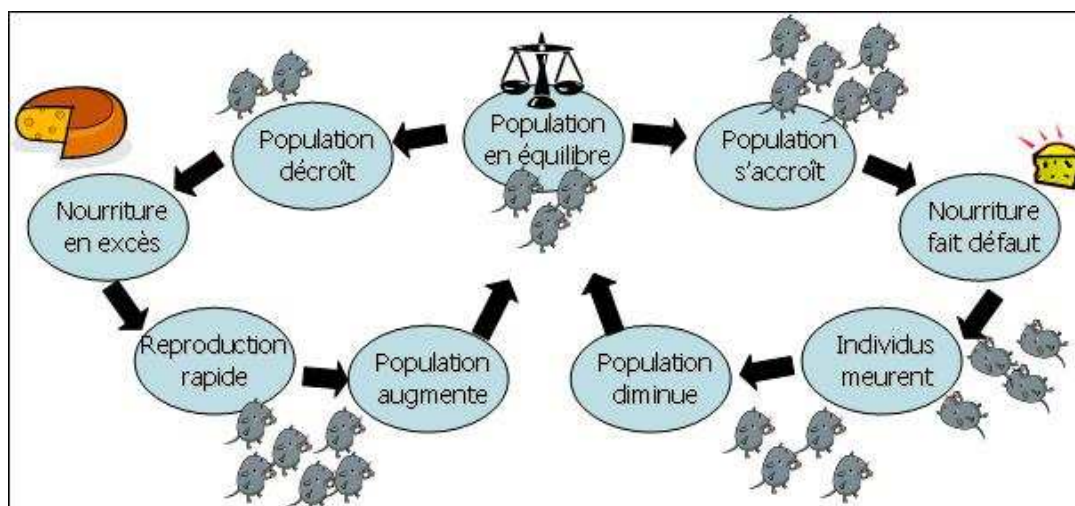


Figure 2 : Boucle de rétroaction négative [De Rosnay, 1975, p. 33].

Prenons l'exemple du compte en banque pour illustrer les notions de flux et de réservoir. Le compte en banque est le réservoir qui se vide ou se remplit selon les mouvements des flux entrants et sortants, à savoir les crédits et débits d'argent sur le compte. De la même manière, le réservoir de la population humaine est alimenté par les naissances et se vide par les décès. Les boucles de rétroactions positives et négatives permettent, selon les objectifs de régulation ou d'amplification des processus, d'influer sur les dynamiques des différents réservoirs inhérents au fonctionnement de la planète.

Selon les principes de l'approche systémique, ce second commandement préconise de ne pas « ouvrir » les boucles de régulation, c'est-à-dire de ne pas perturber ces mécanismes et isoler un facteur pour agir sur celui-ci en croyant, à court terme, résoudre des problèmes. « On croit ainsi agir sur les causes afin de mieux contrôler les

effets » [De Rosnay, 1975, p. 133]. Or ces comportements conduisent généralement à la perturbation du système dans son ensemble.

De nombreux exemples témoignent de l'ouverture des boucles de régulation du système de la planète. L'utilisation massive de combustibles fossiles, de ressources naturelles renouvelables ou non, d'engrais chimiques et de pesticides pour améliorer les rendements industriels et agricoles, sans parler du recours aux organismes génétiquement modifiés, apportent des solutions à court terme mais risquent de perturber des cycles naturels de manière irréversible.

- **Rechercher les points d'amplification**

Les systèmes complexes disposent de *points d'amplification* ou *points sensibles*. Il s'agit de facteurs sur lesquels une action programmée peut conduire à une amplification ou une inhibition de phénomènes de manière à maintenir l'équilibre des systèmes. De nombreux points d'amplification peuvent être identifiés au sein du système de la planète. Joël de Rosnay illustre ce commandement avec l'exemple de la quantité problématique de déchets solides générés. Pour réduire ce flux, il est possible de réduire le nombre de produits générateurs de déchets consommés, de limiter la quantité de ressources utilisées pour la conception de ces produits, et d'en prolonger la durée de vie. Ces trois facteurs sont identifiés comme étant des points d'amplification. Favoriser le recyclage et/ou la réutilisation de ces produits en fin de vie peut également constituer un point d'amplification. De la même manière, la réduction des impacts relatifs au changement climatique est conditionnée par la capacité de l'homme à réduire ses émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Pour ce faire, il peut réduire sa consommation d'énergie fossile, concevoir des produits et machines émettant moins de gaz à effet de serre, ou encore réduire sa consommation et son usage de produits émettant des gaz à effet de serre.

- **Rétablir les équilibres par la décentralisation**

Lorsque des perturbations surviennent à l'intérieur d'un système, l'efficacité de l'action visant à rétablir les équilibres est conditionnée par son caractère immédiat et décentralisé selon Joël de Rosnay. L'application de ce commandement au système de la planète est certainement le plus délicat tant le système, ainsi que les interactions existantes entre les différents éléments le constituant sont complexes. Ce commandement fait par exemple référence à la décentralisation du pouvoir de l'Etat et à sa représentation par des institutions à la fois sectorielles et territorialisées. La décentralisation du rétablissement des équilibres est liée aux commandements précédents en ce sens qu'il situe, dans le temps et l'espace, les actions relatives à la

conservation de la variété, au maintien des boucles de régulation et à la recherche des points d'amplification.

- **Savoir maintenir des contraintes**

Le maintien d'un système complexe suppose que celui-ci soit soumis à un certain nombre de contraintes empêchant sa dérive vers un mode de fonctionnement non souhaitable, voire susceptible de mener à sa destruction. Joël De Rosnay illustre ce commandement par l'exemple du compte en banque. Pour maintenir l'équilibre de ce système, il est nécessaire de limiter ses dépenses, c'est à dire de s'imposer un certain nombre de contraintes quant au niveau de vie, de manière à maintenir un stock positif d'argent dans le réservoir. Il est en effet plus difficile d'agir sur le flux entrant.

Se soumettre à ces contraintes ne signifie pas renoncer à sa liberté et à son autonomie, bien au contraire. Elles permettent de maîtriser l'évolution d'un système. Au niveau de la planète, une multitude d'exemples de contraintes auxquelles l'Homme doit se soumettre pour éviter la destruction du système peut être citée : limiter sa consommation de combustibles fossiles, de produits manufacturés, trier ses déchets, respecter la nature, réduire sa consommation en eau, etc. Cependant, ces contraintes appellent à un renoncement d'une certaine forme de liberté acquise par l'Homme depuis le milieu du XX^{ème} siècle, celle de consommer toujours plus et d'assouvir un certain nombre de besoins créés de toutes pièces. Mais le fait est que l'Homme n'est pas prêt à renoncer à ce qu'il ressent comme une expression de sa liberté. Dans nos sociétés, l'Homme baigne dans le paradigme de la consommation de masse. En effet, le moteur de l'économie contemporaine est la croissance économique. Celle-ci est mesurée par le Produit Intérieur Brut (PIB) qui constitue actuellement « *l'instrument de référence principal pour la gestion à court terme et à long terme de l'ensemble des économies nationales de la planète, de même que pour la politique de développement et de progrès des sociétés humaines* » [Comélieau, 2006, p. 13]. Nos comportements sont définis en fonction de ce paradigme qui entraîne une croissance de l'activité industrielle, et donc une hausse de la consommation d'énergie et de biens, de la production de déchets et d'émission de polluants, ainsi que l'épuisement des ressources non renouvelables. Couplé à une croissance démographique continue, ce paradigme contribue à creuser les inégalités évoquées précédemment en matière de répartition de la richesse et des ressources entre les pays, ainsi qu'à fragiliser l'écosystème naturel et compromettre ainsi la capacité des services écologiques à être rendus.

- **Différencier pour mieux intégrer**

L'union d'éléments diversifiés appartenant à un système est créatrice de valeur ajoutée. Elle garantit l'accroissement de la complexité et conduit à des niveaux plus élevés d'organisation. Cependant, lorsque les éléments sont des Hommes, leur union fait émerger de nombreux rapports de forces et conflits. Un nombre croissant de contraintes doit être intégré par les acteurs dont la mission est d'organiser et de fédérer ses regroupements. Appliqué au système de la planète, ce commandement fait référence à la nécessaire prise en compte de la diversité croissante des acteurs et de leurs intérêts dans l'organisation des modes de gouvernance, des institutions nationales, européennes et mondiales.

- **Pour évoluer : se laisser agresser**

L'agression d'un système par des éléments extérieurs à celui-ci l'amène à évoluer du point de vue de son organisation. Il s'agit de la capacité d'adaptation au changement du système, condition indispensable à sa survie. En considérant non pas le système de la planète mais celui de la société, incluant l'ensemble des activités anthropiques, l'application de ce commandement repose sur notre capacité à modifier nos comportements et notre organisation en réponse aux agressions extérieures. Pour James Howard Kunstler, les phénomènes météorologiques extrêmes, l'apparition de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques, les épidémies de gripes dévastatrices, etc. sont autant de phénomènes que l'on peut considérer comme des agressions de l'Homme par la planète elle-même, en réponse à l'impact trop important de l'activité humaine sur les écosystèmes naturels. « *La terre elle-même semble émettre de nouvelles maladies beaucoup plus meurtrières, comme si elle disposait d'une sorte de système immunitaire protecteur muni d'anticorps visant, avec une remarquable précision, la source du problème : l'homo sapiens* » [Kunstler, 2005, p. 22]. En réponse à ces agressions, la société humaine doit adapter ses comportements et évoluer vers un mode de fonctionnement plus respectueux de l'environnement.

- **Préférer les objectifs à la programmation détaillée**

Pour le bon fonctionnement d'un système, la définition globale des objectifs à atteindre est préférable à la programmation détaillée d'étapes à suivre qui peut être paralysante ou laisse peu de place à l'imagination et à la participation des acteurs. Appliqué au système de la planète, ce commandement préconise la définition d'objectifs globaux de développement acceptés et connus de tous, ainsi que des moyens d'y parvenir, garantissant la pérennité et le bon fonctionnement du système. L'élaboration d'une liste

d'actions concrètes visant l'atteinte d'objectifs à court terme, et privilégiant l'action sectorielle dans le but de résoudre les problèmes les uns indépendamment des autres, relève d'une approche analytique. « *Il est nécessaire de définir un cadre de référence et de réflexion suffisamment large où replacer ces problèmes et les étudier dans toutes leurs dimensions* » [Comelieu, 2006, p. 103].

- **Savoir utiliser l'énergie de commande**

L'énergie de commande d'un système est l'information qui émane des centres de décision et qui oriente l'action. La mise en place de boucles de retour de l'information vers les centres de décision est indispensable et garantit la pérennité d'un système. Appliquées au système de la société, ces boucles de régulation constituent *la rétroaction sociale* [De Rosnay, 1975]. Peuvent être considérées comme des boucles de rétroaction sociale les boîtes à idées disposées dans les entreprises, les enquêtes menées auprès des consommateurs, les rubriques « courrier des lecteurs » des différents magazines ou encore les forums et les blogs qui se multiplient sur l'Internet. Cependant, devant la puissance et la multitude des canaux employés pour la communication descendante (des centres de décision vers les citoyens), l'effet de ces mécanismes reste dérisoire et peut conduire à un sentiment de frustration ressenti par les citoyens condamnés alors à un rôle d'observateurs passifs. L'émergence de la démocratie participative est aujourd'hui considérée comme une réponse possible à ce déséquilibre, mais suscite un grand nombre d'interrogations quant à sa mise en œuvre [Bourg, 2005a].

- **Respecter les temps de réponse**

Pour gagner en performances, les systèmes complexes sont invités à tenir compte des temps de réponse qui leur sont propres et à intégrer cette durée au sein de leur organisation. L'application de ce commandement au système de la planète est d'autant plus complexe que celle-ci dispose de temps de réponse à deux vitesses : celui des cycles naturels s'inscrivant sur le long terme et celui des activités anthropogènes et de leurs mécanismes de régulation, principalement économiques, s'inscrivant sur le court terme. Bon nombre de décisions concernant l'organisation des activités humaines sont prises aujourd'hui selon des considérations à court terme. Les décisions en matière d'investissement d'une entreprise, par exemple, sont prises en fonction de sa capacité à rester performante et compétitive sur le court terme, quelles que soient les conséquences de ces choix sur l'environnement. Un second exemple de l'inadéquation entre le temps de réponse des cycles naturels et celui de l'organisation des activités humaines repose sur les prises de décisions et engagements politiques au rythme des

différents mandats électoraux se succédant et dont les durées sont relativement courtes. Comment un chef d'Etat peut-il engager des actions visant à réduire l'impact de l'Homme sur les écosystèmes naturels dont les temps de réponse s'inscrivent sur une échelle de temps dépassant largement la durée de son mandat et sachant surtout que les retombées négatives de ce type de décision surviennent généralement avant que n'en apparaissent les premiers bénéfices ?

L'application des 10 commandements de Joël de Rosnay à l'analyse de la planète permet de mettre en évidence un certain nombre de principes à respecter pour le maintien de l'équilibre de ce système. Ces principes constituent une déclinaison d'une partie des grands enjeux du développement durable auxquels la société doit répondre. Ils fournissent notamment les orientations vers une plus grande soutenabilité environnementale des activités humaines.

Inversement, ce constat nous laisse penser que pour tendre vers un développement durable de nos activités, il est essentiel de rechercher des solutions au regard de l'approche systémique. Le développement durable appelle une vision large et intégrée de ce système complexe qu'est notre société. Par ailleurs, la vision de Georgescu-Roegen sur les limites biophysiques de l'activité économique ne fait que renforcer notre point de vue selon lequel la durabilité ne pourra être envisagée qu'à travers une approche systémique. Cet auteur s'est intéressé à la thermodynamique de manière à élaborer une analyse critique de la production de richesses. Selon lui, le second principe appelé entropie, faisant référence au processus par lequel l'énergie disponible se transforme en énergie non utilisable, peut également s'appliquer à la matière. Ainsi les problèmes d'épuisement des ressources naturelles et de pollution trouvent leur origine dans le caractère entropique des activités économiques, ce qui constitue, à terme, une limite significative à leur développement [Georgescu-Roegen, 1971].

2. Présentation de l'écologie industrielle

L'expression est traduite de l'anglais « Industrial Ecology », où « Industrial » signifie l'ensemble des activités économiques d'un territoire. Fondée sur une approche systémique, l'écologie industrielle s'inspire du caractère cyclique du fonctionnement des écosystèmes naturels pour recréer, à l'échelle de la société industrielle, une organisation caractérisée par de faibles flux de matières et d'énergie et un fort taux de recyclage.

L'écologie industrielle n'est pas une discipline scientifique en tant que telle, mais un domaine d'application empruntant un certain nombre de notions à des disciplines scientifiques telles que l'écologie, la biogéochimie, la sociologie, l'économie, la géographie, les sciences de l'ingénieur et l'aménagement du territoire. Comme nous le verrons dans le chapitre suivant, l'écologie industrielle constitue avant tout une démarche territoriale dont nous expliciterons alors plus en détail son caractère interdisciplinaire.

Dans les sous-parties suivantes, nous présenterons l'émergence de l'écologie industrielle ainsi qu'un état de l'art des différentes définitions véhiculées par les principaux acteurs de l'écologie industrielle. Ensuite, après avoir introduit les principes d'éco-restructuration de la société industrielle supposés par la mise en œuvre opérationnelle de l'écologie industrielle, les enjeux de ce domaine d'application seront abordés. Enfin, une attention particulière sera accordée à la notion de symbiose industrielle, objet de ce travail.

2.1. L'émergence de l'écologie industrielle

La prise de conscience, par les écologistes, de l'impact grandissant des activités humaines sur l'environnement remonte aux années 1950. L'approche « end-of-pipe » **[Erkman, 2004b]** ou « bout de tuyau » était alors préconisée. Elle consiste à réduire l'émission de polluants dans l'environnement en aval de l'activité industrielle, considérée comme séparée de la biosphère. L'idée inhérente à l'écologie industrielle daterait des années 1960. Bertrand de Jouvenel dénonçait notamment la gestion déraisonnée de nos ressources et de nos déchets dans *Pour une conscience écologique*, en 1965. A cette même période, les scientifiques commencent à constater l'insuffisance de l'approche « end-of-pipe » face au caractère global des problèmes environnementaux. La conférence des Nations Unies sur l'Environnement Humain, qui s'est déroulée en 1972 à Stockholm, marque en effet le début d'une mobilisation mondiale autour des problèmes environnementaux, concrétisée par la mise en œuvre du Programme des Nations Unies sur l'Environnement la même année. Par ailleurs, ce concept a été étudié au Japon dès les années 1970 **[Erkman, 1997]** à travers un groupe de travail mis en œuvre par le Ministry of International Trade and Industry (MITI) : Industrial Ecology Working Group, dirigé par Chihiro Watanabe. Celui-ci préconisait la dématérialisation de l'économie Japonaise et employait d'ores et déjà le terme d'écologie industrielle. Les résultats de ce groupe de travail, jugés en premier lieu intéressants mais trop philosophiques, ont tout de même contribué à la mise en

œuvre d'importants programmes de recherche du MITI sur les technologies industrielles. Au même moment, dans d'autres cercles intellectuels, quelques papiers et rapports relatifs à l'écologie industrielle ont été publiés sans pour autant susciter de réaction de la part de la communauté scientifique. Le Centre de Recherche et d'Information Socio-Politiques (CRISP), en Belgique, a notamment publié une étude, au début des années 1980, qui s'intitule *L'écosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle* [Billen, 1983]. Ce travail collectif consistait à produire une description de l'économie belge à partir de données statistiques relatives non pas aux flux monétaires mais aux flux de matières et d'énergie.

L'ensemble de la communauté scientifique s'accorde à reconnaître que ce n'est qu'en 1989 que le concept de l'écologie industrielle a été consacré par Robert A. Frosch et Nicolas E. Gallopoulos grâce à la publication de leur article *Strategies for Manufacturing*, dans la revue *Scientific American*, dans lequel ils introduisent et définissent la notion d'écologie industrielle en préconisant la restructuration du système industriel à l'image des écosystèmes naturels. [Erkman, 1997]. Cet article a suscité un grand intérêt auprès de la communauté scientifique en raison, notamment, de l'émergence de la prise de conscience de la nécessité d'adopter un mode de développement qui soit plus durable. Deux années plus tôt en effet, la Commission Mondiale de l'Environnement et du Développement, mise en place par l'ONU en 1983, publiait le rapport *Our Common Future* dans lequel le principe du développement durable est défini. De plus, les crises pétrolières de 1973 et 1979 ont également contribué à la prise de conscience de la nécessité de rationaliser la consommation des ressources. Par ailleurs, hormis le contexte général favorable à l'émergence d'un outil de mise en œuvre du développement durable, le prestige de la revue *Scientific American*, l'affiliation des auteurs à Général Motors et la réputation de R. A. Frosch dans les milieux gouvernementaux, de l'ingénierie et des affaires ont également contribué à la reconnaissance de l'écologie industrielle par de nombreux scientifiques [Frosch, 1989]. Le premier symposium sur l'écologie industrielle s'est déroulé aux Etats-Unis, à Washington, en 1991 sous l'autorité du National Academy of Sciences. Un ensemble de scientifiques s'est ensuite efforcé de communiquer sur l'écologie industrielle afin de promouvoir ce concept. La première revue scientifique consacrée à l'écologie industrielle a été créée en 1997 et porte le nom de *Journal of Industrial Ecology*. Editée par l'Université de Yale, aux Etats-Unis, il s'agit de la revue officielle de la communauté scientifique de l'écologie industrielle : Internationale Society for Industrial Ecology, constituée en 2000.

2.2. Des visions divergentes du concept d'écologie industrielle

Concernant les fondements théoriques de l'écologie industrielle, deux visions s'opposent radicalement. La première est portée par Braden Allenby un avocat de AT&T qui a approfondi les principes énoncés dans l'article de Frosch et Gallopoulos, dans une thèse de doctorat effectuée en collaboration avec le National Academy of Engineering et Environment Program en 1992. La seconde est issue de John Ehrenfeld, ancien chercheur au *Center for Technology, Policy and Industrial Development* du Massachusetts Institute of Technology (MIT).

L'écologie industrielle selon Braden Allenby

Il véhicule une vision très positive et scientifique qui se concentre sur les flux de matières et d'énergie dans les systèmes de production et de consommation. Selon Hilde Opoku et Martina Keitsch, cette définition de l'écologie industrielle est la plus développée dans la littérature scientifique et sous-tend deux idéologies, à savoir le « *déterminisme technologique* » et le « *libéralisme traditionnel* » [Opoku, 2006, p. 142]. Allenby s'appuie sur l'analogie entre l'écosystème naturel et le système industriel telle que présentée par Frosch et Gallopoulos en 1989 [Frosch, 1989]. Il préconise d'opérer une « maturation » du système industriel en s'inspirant du caractère cyclique du fonctionnement des écosystèmes naturels. En effet, la société industrielle contemporaine est basée sur un fonctionnement « linéaire » et s'est construite sur le postulat selon lequel les ressources naturelles et la capacité de la Biosphère à absorber les émissions polluantes issues de l'activité humaine sont illimitées. [Allenby, 1992]. Allenby symbolise cette représentation comme étant un écosystème « immature » de type I et préconise d'adopter un fonctionnement cyclique, c'est-à-dire de boucler au maximum les flux de matière et d'énergie à l'intérieur du système industriel, de manière à ce que celui-ci soit assimilable à un écosystème « mature » de type III (cf. Figure 3).

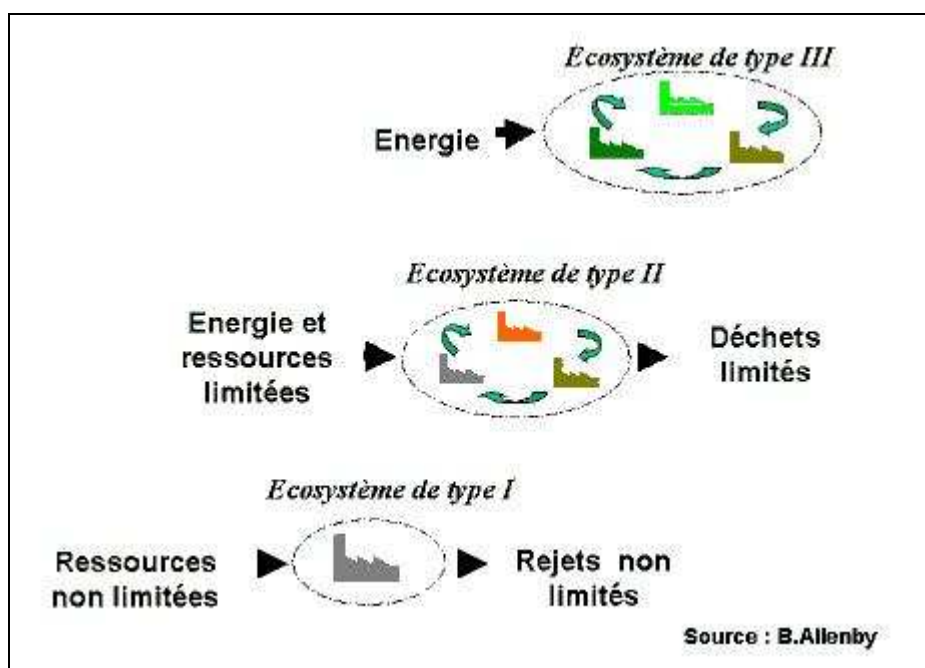


Figure 3 : Principe de maturation de la société industrielle selon B. Allenby
(Source : Systèmes Durables).

L'usage de la matière serait alors optimal, aucun déchet ne serait rejeté et les besoins énergétiques du système seraient satisfaits par l'énergie solaire uniquement.

Cette vision est basée essentiellement sur l'optimisation systémique de la société industrielle grâce au déterminisme technologique et au libéralisme de marché. Dans son premier ouvrage de référence sur l'écologie industrielle, écrit avec Thomas E. Graedel dans le but de former de « bons ingénieurs » destinés à pratiquer une « bonne science », Allenby précise que « *les produits et procédés industriels conçus et développés aujourd'hui détermineront une grande partie des interactions entre industrie et environnement de la décennie prochaine* » [Graedel, 1995]. Considérée par Allenby comme « la science de la durabilité », l'écologie industrielle telle qu'il la définit, ne répond pas, en réalité aux principes fondamentaux du développement durable en raison de la séparation qu'il exerce entre les aspects techniques d'une part et les aspects sociaux d'autre part. Elle semble davantage correspondre à une vision marchande du développement durable qui repose sur la confiance dans la technologie et dans les mécanismes de marchés concurrentiels. Cependant, le recours massif à la technologie peut conduire à une artificialisation de la société au sein de laquelle les aspects humains et sociaux ne sont pas toujours considérés. Sans que cela soit dit explicitement, il semble que cette vision de l'écologie industrielle s'apparente au principe de la durabilité faible.

L'écologie industrielle selon John Ehrenfeld

Si l'interprétation de l'écologie industrielle donnée par Brad Allenby peut finalement s'opposer aux principes du développement durable, celle d'Ehrenfeld a la particularité de se confondre avec ces principes. Sa vision se veut très sociale et normative. Selon lui, le « paradigme¹³ social dominant » [Ehrenfeld, 2004] actuel repose sur la production de biens et de services en fonction de la demande du marché, ce qui engendre un impact d'autant plus négatif sur l'environnement que « *l'idéologie politico-économique [suivie] cautionne un style de vie consumériste et industriel de masse* » [Opoku, 2006, p. 151]. Ce « paradigme social dominant » doit changer de manière à intégrer des comportements visant à reconsidérer la place de l'homme dans la nature et à prendre conscience de son impact sur l'environnement. Ainsi, il définit l'écologie industrielle comme « *un nouveau paradigme qui peut offrir une base conceptuelle pour la résolution de problèmes difficiles* » de manière à garantir la durabilité du système [Ehrenfeld, 2004, p. 827 (traduction)]. Il semble que ce principe s'apparente davantage à l'approche de la durabilité forte. D'un point de vue opérationnel, il partage la vision d'Allenby concernant la nécessité de s'inspirer du caractère cyclique du fonctionnement des écosystèmes naturels pour transformer notre société industrielle, mais il se focalise sur les caractéristiques structurelles et organisationnelles de l'analogie avec les écosystèmes naturels [Ehrenfeld, 1997a]. Il place le facteur humain au cœur des démarches d'écologie industrielle. Cette approche nous paraît essentielle car, comme le soulignent bon nombre d'auteurs, en dehors de J Ehrenfeld, tels que M. Mirata, L. Boons et L. Baas [Mirata, 2005b ; Boons, 1997], les spécificités techniques concernant la qualité et la quantité des flux à échanger ne suffisent pas à garantir le déploiement, avec succès, de démarches d'écologie industrielle. Ces auteurs mettent en évidence la nécessité de considérer également des facteurs liés aux acteurs, à leurs relations et interactions, lors de l'initialisation des démarches d'écologie industrielle, mais également lors de leur développement et leur maintien. En effet, si B. Allenby considère, à travers sa vision que les démarches d'écologie industrielle résultent naturellement de l'efficacité de la coordination marchande par les prix, celle-ci est soumise à des conditions de concurrence très restrictives (dites pures et parfaites). Or, dans la réalité, il existe de nombreux coûts liés à l'imperfection de l'information et au comportement des acteurs économiques rendant la concurrence imparfaite. De ce fait, l'écologie industrielle ne saurait être mise en œuvre, selon nous, par la simple coordination par le marché et nécessite une coordination intentionnelle des acteurs impliqués. Cette remarque est également valable concernant le maintien et

¹³ Paradigme : ensemble de concepts, de croyances et de pratiques standard qui guident l'action de l'homme [Ehrenfeld, 1997a].

la pérennisation des démarches. Cet aspect organisationnel et humain sera largement détaillé dans la suite de ce travail car il constitue un élément clé de la méthode de mise en œuvre de symbioses industrielles telles que proposée dans ce travail.

Les deux visions décrites précédemment oscillent entre une interprétation très large du concept de l'écologie industrielle se mêlant pour partie à celui du développement durable, et une interprétation au contraire très scientifique, séparant par principe les aspects techniques et sociétaux et donc opposant l'écologie industrielle au développement durable.

Nous partageons la vision de John Ehrenfeld concernant l'importance des aspects organisationnels et humains dans la mise en œuvre de l'écologie industrielle. Cependant, comme nous allons le démontrer dans le point 3, nous ne considérons pas que ce concept suffise à répondre aux enjeux du développement durable. L'atteinte de l'écosystème de type III, préconisé par Allenby, reste par ailleurs peu vraisemblable selon nous. Comme le souligne Cyril Adoue [Adoue, 2004a], l'étape intermédiaire semble plus accessible (écosystème de type II sur la **Figure 3**). Elle vise à optimiser et rationaliser les consommations de matières et d'énergie entre plusieurs acteurs économiques : les déchets des uns peuvent être utilisés comme des ressources par d'autres et les surplus énergétiques peuvent se substituer à l'usage de combustibles fossiles.

Dans le cadre de ces travaux, nous nous référerons à la définition suivante de l'écologie industrielle, formulée par l'atelier de réflexion prospective ARPEGE, coordonné par le CREIDD¹⁴ et associé au programme PRECODO de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) : « *L'Ecologie Industrielle s'inscrit dans l'Ecologie des sociétés industrielles, c'est-à-dire des activités humaines productrices et/ou consommatrices de biens et de services.*

L'Ecologie Industrielle porte une attention particulière à l'analyse des échanges entre les sociétés et la nature et à la circulation des matières et de l'énergie qui les caractérisent, ou qui caractérisent les sociétés industrielles elles-mêmes. Ces flux sont analysés d'un point de vue quantitatif (métabolisme industriel) voire naturaliste, mais aussi d'un point de vue économique et social, dans une perspective systémique.

L'Ecologie Industrielle constitue ainsi un champ de recherche pluri et interdisciplinaire, mais aussi une démarche d'action dans la perspective d'un développement durable. Sa mise en œuvre vise à rendre compatible les actions humaines avec les capacités

¹⁴ Atelier constitué d'un large consortium d'acteurs français de la recherche, d'acteurs opérationnels et d'industriels concernés et/ou impliqués dans des démarches d'écologie industrielle.

de la biosphère. En ce sens, l'écologie industrielle appelle un changement de paradigme et de représentation.

L'Écologie Industrielle peut porter sur une filière, une entreprise, un établissement industriel, une zone industrielle, un territoire, une région, une matière... etc. Elle se réfère à des méthodes propres à l'écologie scientifique, à la thermodynamique, à la sociologie des organisations, etc. ».

Intéressons-nous à présent aux transformations appelées « principes d'éco-restructuration », que l'écologie industrielle appelle de ses vœux de manière à rendre compatibles les activités humaines avec les capacités de la biosphère, ou tout du moins à y contribuer.

2.3. Les principes d'éco-restructuration de la société industrielle

L'écologie industrielle vise à transformer le système industriel en s'inspirant du caractère cyclique du fonctionnement des écosystèmes naturels, comme cela a été défini précédemment. De nombreux travaux de recherche ont été menés pour tenter d'opérationnaliser ce concept de manière à opérer cette transformation. Deux types de questions se posent alors. La première concerne la connaissance du fonctionnement du système industriel actuel et l'identification des principaux problèmes. Quelles sont les priorités au vu des enjeux du système industriel étudié et quels sont les dysfonctionnements les plus importants ? La seconde catégorie de questions concerne les solutions à mettre en œuvre pour résoudre les problèmes précédemment identifiés, c'est-à-dire rétablir l'équilibre entre l'impact de l'activité humaine et la capacité de la Biosphère à supporter cette activité.

Pour répondre à la première question, une série de travaux évoque la notion de **métabolisme industriel** ou métabolisme des activités économiques ou encore le Mass Flow Analysis [Baccini, 1991 ; Brunner, 2004, Ayres, 1996]. Se fondant sur le principe de la conservation de la masse, le métabolisme industriel consiste à effectuer la comptabilité physique de l'ensemble des flux de matières et d'énergie relatifs à un système donné (région, procédé, entreprise, filière, etc.), ainsi qu'à en évaluer les stocks. Suren Erkman définit le métabolisme industriel comme « *une approche analytique et descriptive [...] visant à comprendre la circulation des flux de matière et d'énergie nécessaires à une activité humaine, de leur extraction initiale à leur réintégration, tôt ou tard, dans l'ensemble des cycles biogéochimiques* » [Erkman,

1997, p. 1 (traduction)]. Connaître le métabolisme industriel du système sur lequel on souhaite appliquer les principes de l'écologie industrielle, qu'il s'agisse d'une zone d'activité, d'une commune, ou encore d'un département est un préalable indispensable. Au-delà d'un objectif d'acquisition de connaissances et de compréhension du système étudié, le métabolisme permet en effet d'identifier les problèmes concrets en matière de circulation des flux et de fixer les priorités. En ce sens, il constitue un outil d'aide à la décision comme nous pourrons le voir dans le chapitre 4.

Pour répondre à la seconde question, c'est Hadin Tibbs, consultant britannique chez Arthur D. Little, qui a véritablement contribué à diffuser, dès 1991 et de manière opérationnelle, le concept de l'écologie industrielle grâce à l'article *Industrial Ecology : a new environmental Agenda for Industry*, dans lequel les idées de Frosch et Gallopoulos ont été résumées et traduites dans des termes et langage du milieu des affaires [Tibbs, 1993]. Il propose six pistes opérationnelles constituant des leviers permettant de réduire l'impact de la société industrielle sur l'environnement via le principe de l'écologie industrielle :

- La création d'écosystèmes industriels : il s'agit de promouvoir la coopération entre différentes activités par laquelle le déchet ou le co-produit d'un procédé de production devient la ressource d'un autre.
- Equilibrer les flux entrants et sortants du système industriel en fonction des capacités de l'écosystème naturel à renouveler les ressources disponibles et à absorber les rejets et émissions polluantes.
- Dématérialiser les flux sortants du système industriel : il s'agit principalement de réduire l'intensité énergétique et matérielle des procédés industriels.
- Optimiser l'usage de certaines substances grâce à l'étude du métabolisme industriel des procédés. Sont principalement concernées les substances chimiques dont on cherche à limiter les pertes dissipatives.
- Préférer l'usage des énergies renouvelables à celui des énergies d'origine fossile.
- Adopter de nouvelles politiques sur les plans nationaux et internationaux intégrant avec cohérence les aspects économiques, environnementaux et réglementaires : Celles-ci viseront notamment à internaliser les coûts relatifs à la dégradation de l'environnement, à tenir compte du taux de renouvellement des ressources naturelles dans l'élaboration des politiques économiques et réglementations relatives à leur exploitation, à définir de nouveaux indicateurs de mesures de la prospérité d'une nation qui ne soit pas indexée uniquement

sur sa croissance économique, ou encore à faire évoluer la réglementation environnementale de manière à ce qu'elle soit à la fois robuste et suffisamment flexible pour permettre l'expérimentation de solutions d'écologie industrielle.

John Ehrenfeld a ajouté une septième piste d'action à cette liste [Ehrenfeld, 1997a] :

- Créer de nouvelles structures permettant la coordination, la communication et l'échange d'information entre les acteurs de manière à faciliter l'action.

Après avoir défini l'écologie industrielle dans son acception la plus large, par opposition à la définition opérationnelle que nous retiendrons dans le cadre de ce travail et qui sera explicitée dans le point 2.5 de ce chapitre, intéressons-nous à présent aux enjeux de ce domaine d'application.

2.4. Les enjeux de l'écologie industrielle

Comme nous venons de le définir précédemment, l'écologie industrielle est un domaine d'application qui vise à opérer des transformations au sein de notre société industrielle, en s'inspirant du caractère cyclique du fonctionnement des écosystèmes naturels, dans le but de réduire l'impact de l'activité humaine sur l'environnement. Cette démarche innovante et interdisciplinaire répond à deux principaux enjeux qui vont être présentés ci-dessous.

L'écologie industrielle en réponse aux limites de l'approche « end-of pipe »

La prise en compte de l'impact des activités humaines sur l'environnement a réellement émergé à partir de la révolution industrielle. Les mesures visant à protéger l'environnement se sont alors structurées selon une approche analytique, c'est-à-dire en considérant d'une part le système industriel comme séparé de la Biosphère, et d'autre part les impacts et les facteurs environnementaux les uns indépendamment des autres. Les solutions proposées sont majoritairement technologiques et se limitent à la réduction de la quantité de substances nocives émises dans l'environnement par les différents procédés industriels. Dans son ouvrage intitulé *Vers une écologie industrielle*, Suren Erkman qualifie cette stratégie d'approche « end-of-pipe » ou « bout de tuyau » car elle consiste à « *traiter la pollution par le biais de divers dispositifs techniques intervenant généralement en fin de processus* » [Erkman, 2004b, p.13]. Cependant, il est de plus en plus évident que cette approche est insuffisante pour

maintenir l'impact de l'activité humaine sur l'environnement à un niveau acceptable. Suren Erkman a analysé les limites de cette approche et propose dans son ouvrage une critique en sept points évoqués ci-après :

- L'approche « end-of-pipe » est cloisonnée et engendre des transferts de pollution.
- Elle est incrémentale en ce sens qu'elle consiste à apporter des améliorations technologiques à un système existant, le perfectionnant ainsi de manière marginale au détriment d'une véritable innovation. Elle conduit ainsi à « *une ornière technologique* » (p. 15).
- Elle présente des rendements décroissants car au fur et à mesure que des améliorations sont apportées au système technologique existant, celles-ci coûtent de plus en plus cher et présentent une efficacité en matière de diminution de la pollution générée de moins en moins importante.
- Elle induit des effets économiques pernicioeux. Le marché des équipements de dépollution et de traitement des déchets est tel qu'il est susceptible de constituer un lobby contre toute tentative de stratégie préventive.
- Elle constitue « *un oreiller de paresse technologique* » pour reprendre les termes de S. Erkman en ce sens que « *les industriels se contentent de respecter les normes imposées par le législateur* » (p. 17). Pour la plupart d'entre eux, d'importantes dépenses sont consacrées à l'achat de dispositifs « end of pipe » et très peu d'entre eux investissent dans des activités de recherche leur permettant de mettre au point des techniques de production moins polluantes.
- Elle peut porter préjudice aux pays en voie de développement. Alors que les marchés des dispositifs antipollution approchent de leur saturation dans les pays industrialisés, les acteurs de ces marchés vont par la suite exercer une pression commerciale de plus en plus importante sur les pays en voie de développement dont l'industrialisation s'effectue généralement sur le modèle des pays industrialisés. Ce phénomène risque d'une part de renforcer la dépendance des pays en voie de développement, et d'autre part, de les empêcher d'adopter, directement des techniques de production moins polluantes.
- Elle n'offre pas de vision globale des problèmes liés à la perturbation des écosystèmes.

La nécessité de prévenir la pollution à la source et d'adopter des démarches intégrées commence par ailleurs à émerger dans nos sociétés industrielles, comme en témoigne

la Politique Intégrée des Produits (PIP) proposée par la Commission Européenne en 2001. Mais ces stratégies relèvent encore d'une approche « end-of-pipe » en ce sens qu'elles se focalisent principalement sur la réduction des émissions polluantes et sur la minimisation des déchets, au détriment d'une vision plus large.

L'approche « end-of-pipe », telle que définie ci-dessus, ainsi que les démarches émergentes consistant à prévenir la pollution, sont utiles et ne doivent en aucun cas être abandonnées. En revanche, leurs limites nous amènent à penser qu'il est nécessaire de les subordonner à une vision plus large et systémique qui pourrait être apportée par l'écologie industrielle.

L'écologie industrielle : une stratégie de dématérialisation

Comme l'indique clairement Christian Comélieu [Comélieu, 2006], l'ensemble des économies nationales de la planète sont gérées grâce à un instrument de référence unique : la croissance économique. Celle-ci est mesurée par le taux d'augmentation du Produit Intérieur Brut¹⁵, ce qui suppose une hausse de la quantité de biens fabriqués sur le territoire. Or l'activité industrielle nécessaire à la production de ces biens consomme des ressources principalement non renouvelables et génère des déchets et émissions polluantes.

Face à ce constat, l'écologie industrielle se positionne comme une stratégie de dématérialisation des sociétés humaines et, en cela, s'inscrit dans la logique du Facteur 4. Il s'agit d'un engagement écologique pris en 2003 par le chef de l'Etat français et son 1^{er} ministre. Si l'interprétation qui en est faite par l'engagement français désigne un objectif de division, par un facteur 4, des émissions de gaz à effet de serre du niveau de 1990 d'ici 2050 (engagement par ailleurs validé par le Grenelle de l'Environnement en 2007), celui-ci consiste en réalité, c'est-à-dire tel qu'il a été défini par le Club de Rome dont il est issu, à multiplier par 4 l'efficacité des modes de production. Il s'agit en effet de produire autant de richesse en utilisant 4 fois moins de matières et d'énergie. L'écologie industrielle permet de contribuer, par son application, au découplage de la croissance économique et des flux de matières et d'énergie préconisé par le facteur 4. Dématérialiser l'économie consiste à produire plus de services et de biens tout en générant autant, voire moins, de flux de matières et d'énergie. En d'autres termes, il s'agit d'accroître la productivité des ressources.

¹⁵ « Dans la définition classique de la comptabilité nationale, le PIB correspond à la somme des valeurs de biens et des services issus de la production d'unités résidant à l'intérieur d'un territoire, et qui sont disponibles pour des emplois finals (la consommation, la formation de capital, l'exportation, la constitution de stocks). Il ne comprend pas les biens et services intermédiaires exigés par ces productions : c'est en ce sens qu'il correspond à une somme de « valeurs ajoutées ». [Comélieu, 2006, p. 13]

L'économie de fonctionnalité est également une stratégie de dématérialisation reposant sur des fondements organisationnels, à savoir la substitution de la vente d'un produit par celle d'un service [Bourg, 2005b]. Cette approche, définie par Suren Erkman comme l'un des principes de mise en œuvre de l'écologie industrielle [Erkman, 2004b], au même titre que le bouclage des flux de matières et d'énergie, la décarbonisation de l'énergie ou encore la limitation des pertes par dissipation, ne sera pas davantage développée dans le cadre de ces travaux.

Pour répondre à ces enjeux, d'importantes modifications sont nécessaires dans l'organisation de nos sociétés industrielles. Ces changements ne relèvent pas conceptuellement du domaine de l'écologie industrielle, mais sont des préalables contextuels qui en faciliteront la mise en œuvre. Ils concernent par exemple les aspects réglementaires, culturels, organisationnels ou encore nos modes de production et de consommation. Ces différents éléments seront abordés dans le chapitre 4 de la seconde partie.

2.5. Écologie industrielle et symbiose industrielle : quelles différences ?

La symbiose industrielle peut être définie comme une application concrète du concept de l'écologie industrielle impliquant des acteurs économiques localisés sur un espace géographique défini.

Marian Chertow [Chertow, 2000] définit le terme de symbiose industrielle comme suit :
« *Industrial symbiosis, as part of the emerging field of industrial ecology, demands resolute attention to the flow of materials and energy through local and regional economies. Industrial symbiosis engages traditionally separate industries in a collective approach to competitive advantage involving physical exchange of materials, energy, water, and/or by-product. The keys to industrial symbiosis are collaboration and the synergistic possibilities offered by geographic proximity ...* »

En d'autres termes, une symbiose industrielle repose sur l'échange de flux de matières, d'énergie ou d'eau entre des acteurs économiques, de telle sorte que les déchets ou co-produits des uns deviennent des ressources pour d'autres. En s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels, il s'agit de créer des

« chaines alimentaires industrielles » [Erkman, 2004b] à l'intérieur d'un écosystème industriel.

La création de symbioses industrielles revient à appliquer le premier principe de Hardin Tibbs visant à restructurer la société industrielle, à savoir : boucler les flux de matières et d'énergie entre différentes activités. Les 6 autres principes n'étant pas obligatoirement respectés à travers la mise en œuvre d'une symbiose industrielle, celle-ci ne peut être considérée comme l'unique stratégie opérationnelle de mise en œuvre de l'écologie industrielle. Pourtant, de nombreuses références bibliographiques traitant des retours d'expériences en matière d'écologie industrielle, ou évoquant des recommandations méthodologiques pour la mise en œuvre de ce concept, emploient le terme de symbiose industrielle. La référence à la symbiose industrielle de Kalundborg, au Danemark, exemple d'application le plus largement cité et étudié par la communauté scientifique, en est la preuve.

Comment expliquer cette focalisation d'une partie de la communauté scientifique sur le principe de la symbiose, concernant la mise en œuvre de l'écologie industrielle ? Nous allons tenter d'apporter plusieurs éléments de réponses à cette question. Tout d'abord, le bouclage des flux de matières et d'énergie entre acteurs industriels, à l'image des chaines alimentaires régulant les écosystèmes naturels, est l'application la plus concrète et immédiate de l'écologie industrielle. C'est aussi la plus « simple » en ce sens qu'elle peut n'engendrer qu'une transformation à la marge des systèmes industriels et de manière localisée. La multiplication de ces symbioses, aussi significative soit-elle, ne saurait, à elle seule, suffire à impulser le changement de paradigme évoqué par Ehrenfeld pour répondre aux enjeux du développement durable. Cependant, nous pouvons constater que les 6 autres principes de Tibbs ne sont pas pour autant oubliés. Certains sont des préalables nécessaires ou des conséquences de la mise en œuvre de symbioses industrielles. La mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle peut en effet contribuer à équilibrer localement les entrants et sortants du système industriel en fonction des contraintes du milieu naturel (principe 2). L'adoption de nouvelles politiques de développement économique nationales et internationales (principe 6), ainsi que la création de nouvelles structures de coordination, de communication et d'échange d'informations (principe 7) peuvent faciliter la mise en œuvre de symbioses industrielles. Les autres principes sont couverts par d'autres domaines d'application à savoir l'éco-conception, l'économie de fonctionnalité, l'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés industriels ou encore le développement des énergies renouvelables.

Dans le cadre de ces travaux de thèse, nous considérons que l'application de l'écologie industrielle réside dans la mise en œuvre de symbioses industrielles, dont l'objectif est de découpler, par une approche territoriale, les flux de matières et d'énergie du développement économique [Bourg, 2006].

3. L'application de l'écologie industrielle suffit-elle à répondre aux enjeux du développement durable ?

Tout d'abord, il est nécessaire de bien distinguer la notion d'écologie industrielle dans sa conception la plus large, telle que définie dans les sous-parties 2.2 et 2.3, de la notion de symbiose industrielle. Celle-ci constitue l'une des voies concrètes de mise en œuvre de l'écologie industrielle, sur le principe du bouclage des flux de matières et d'énergie, selon les théoriciens tels que Ehrenfeld [Ehrenfeld, 2004], Erkman [Erkman, 2004b] ou Tibbs [Tibbs, 1993]. Dans le cadre de ces travaux de thèse, nous considérons, en accord avec la plupart des praticiens de l'écologie industrielle (au vu de l'usage qu'ils font de ce terme dans leurs publications), que l'application concrète du principe de l'écologie industrielle réside dans le bouclage des flux de matières et d'énergie entre acteurs industriels proches géographiquement, formant ainsi une symbiose industrielle. De ce fait, ce qu'il faut comprendre par « L'application de l'écologie industrielle suffit-elle à répondre aux enjeux du développement durable ? » est en réalité « La multiplication des symbioses industrielles à travers le monde suffit elle à répondre aux enjeux du développement durable ? ». Nous allons tenter d'y répondre ci-après.

Comme nous l'avons vu précédemment, les enjeux du développement durable résident principalement dans la réduction des inégalités dans la répartition des richesses et des ressources dans le monde d'une part, ainsi que dans le rétablissement des équilibres de la Biosphère d'autre part, dont la dégradation est une conséquence de l'impact grandissant de l'activité humaine. Par ailleurs, à une échelle d'action plus restreinte, nombreux sont ceux qui s'accordent à penser qu'une action relève des principes du développement durable si elle permet de concilier performance économique, protection environnementale et bien-être social.

Selon Nicholas Gertler, la mise en œuvre de symbioses industrielles engendre les bénéfices suivants [Gertler, 1995] :

- Réduction de l'utilisation de ressources vierges,

- Réduction de la pollution,
- Réduction de l'énergie consommée grâce à l'amélioration systémique de l'efficacité énergétique,
- Réduction du volume de déchets à traiter,
- Croissance et diversification de flux sortants disposant d'une valeur marchande.

A la vue de ces résultats, la multiplication de symbioses industrielles à travers le monde permet-elle de répondre aux enjeux du développement durable ?

Concernant les performances environnementales, le bouclage des flux de matières et d'énergie permet de réduire les quantités de ressources consommées et de déchets traités. Cette observation immédiate ne nous permet cependant pas de conclure quant à l'impact systématiquement positif de la symbiose sur l'environnement. Il est nécessaire pour cela d'adopter une approche de type cycle de vie, de manière à identifier d'éventuelles opérations, rendues nécessaires pour l'échange de flux, telles que du transport ou encore une transformation de celui-ci, mais dont l'impact sur l'environnement serait très important. **[Dermine, 2005]**. L'impact positif d'une symbiose industrielle sur l'environnement n'est donc pas automatique comme le laissent penser bon nombre d'auteurs scientifiques mais doit être évalué précisément.

Concernant les performances économiques, celles-ci sont tout aussi délicates à percevoir. La rentabilité économique d'un échange de flux entre deux industriels est un préalable indispensable à la mise en œuvre de l'échange. Celui-ci doit permettre une *« économie de matières premières, de traitement de déchets, voire (des) gains lorsque les déchets acquièrent une valeur marchande »* **[Adoue, 2004a, p. 19]**, ce qui constitue un avantage compétitif pour les acteurs concernés. De plus, cette nouvelle forme d'organisation permet également aux entreprises d'anticiper un certain nombre de contraintes réglementaires dont la tendance, concernant l'usage de ressources non renouvelables et le traitement des déchets, est au durcissement, ce qui, indirectement peut se traduire par des économies financières. Cependant, les bénéfices générés par le bouclage des flux doit être modéré par les investissements technologiques potentiellement nécessaires à leur mise en œuvre. Cette considération rend l'évaluation de la rentabilité économique d'une symbiose industrielle particulièrement délicate en ce sens que les coûts sont généralement supportés par les entreprises, alors que des avantages bénéficient à la collectivité, selon Esty et Porter **[Esty, 1998]**. Or ces avantages, également dénommés « effets externes » selon les termes marshalliens, dont vont bénéficier indirectement les entreprises concernées par la symbiose industrielle, sont impossibles à quantifier monétairement et ne peuvent donc

être pris en compte dans le calcul de la rentabilité économique de l'échange de flux. Ils constituent cependant un avantage certain en termes de compétitivité du territoire sur lequel s'inscrit la symbiose industrielle, si on considère celle-ci comme une forme particulière de système productif localisé, comme cela sera démontré dans le chapitre suivant.

Enfin, concernant la dimension sociale du développement durable, la mise en œuvre de symbioses industrielles peut générer des effets sociaux indirects positifs si, pour le besoin du bouclage des flux, des activités économiques nouvelles sont nécessaires, ce qui implique une création d'emplois sur le territoire. De plus, comme nous le verrons dans les chapitres suivants, la mise en œuvre d'une symbiose industrielle repose sur l'existence, entre les acteurs, d'un climat social particulier basé notamment sur l'échange d'informations et la confiance. La forme particulière d'organisation entre les acteurs résultant d'une symbiose industrielle aura pour effet de renforcer ce climat social grâce auquel des flux ont pu être échangés entre des entreprises. Les relations entre l'ensemble des acteurs du territoire se trouvent nécessairement modifiées et deviennent alors propices à la naissance de réflexions nouvelles permettant une plus grande durabilité de leur territoire face aux enjeux globaux du développement durable.

Après avoir analysé les conséquences de la mise en œuvre de symbioses industrielles d'un point de vue environnemental, économique et social, nous pouvons dire que celles-ci répondent en partie aux principes du développement durable car elles permettent de concilier performance économique, protection de l'environnement, et dans une moindre mesure, bien-être social. Cependant, la multiplication des symbioses industrielles à travers le monde, sans aucun changement profond dans nos modes de production et de consommation, ne contribuerait que partiellement aux enjeux de durabilité de la société. Cependant, les bénéfices présentés par N. Gertler, et repris lors de notre analyse, sont essentiellement économiques et ne sont pas en opposition avec les principes marchands qui régissent la société. La question qui se pose alors est de savoir si l'écologie industrielle peut répondre aux enjeux du développement durable dans le paradigme économique dominant. Ce point questionne alors la nécessité d'un nouveau paradigme et d'une reconfiguration des valeurs sous-tendues, donnant moins d'importance à la richesse matérielle et à la sphère marchande. Ainsi, certains appellent à un changement de paradigme consistant à réduire les flux de matières et d'énergie mobilisés par l'activité humaine tout en continuant de créer de la richesse. De ce point de vue, le moteur de l'économie devra être modifié, et indirectement, nos comportements de producteurs et de consommateurs

également. Un grand nombre de transformations dans la structure de notre économie et de notre société sont à imaginer. L'écologie industrielle, dans son acception la plus large, appliquée à l'ensemble de la société humaine, pourrait constituer une réponse à ce changement de paradigme attendu. Cependant, la mise en œuvre de symbioses industrielles, auxquelles nous nous intéresserons dans le cadre de ce travail, vise en premier lieu à optimiser, localement, la gestion des flux de matières et d'énergie des entreprises, de manière à répondre, avant tout, à des objectifs localisés de productivité et de compétitivité.

Ainsi, l'écologie industrielle, et dans le cadre de ces travaux de thèse, les symbioses industrielles, constituent « *l'une des voies de mise en œuvre de la durabilité* », telle que Dominique Bourg la définit dans l'Universalis Encyclopédia **[Bourg, 2006]**, mais ne saurait en aucun cas répondre à elle seule à l'intégralité des enjeux du développement durable.

4. Synthèse du chapitre 1

L'objectif de ce chapitre était de positionner nos travaux d'un point de vue conceptuel et opérationnel, ainsi que de questionner l'apport de l'écologie industrielle face aux enjeux du développement durable.

La société est aujourd'hui confrontée à deux grands problèmes globaux. D'une part, un changement radical s'est opéré en matière d'environnement au cours du XXe siècle. Les conséquences de l'activité humaine sur l'environnement sont devenues globales et les problèmes qui en résultent sont complexes. D'autre part, l'humanité doit combattre un déséquilibre qui a littéralement explosé au cours du processus d'industrialisation de nos sociétés. Celui-ci concerne la répartition inégale des richesses sur la planète. Face à ce constat, adopter un mode de développement durable devient un impératif commun constituant le défi de la société du XXIème siècle.

Ce défi, au vu de la complexité croissante des conséquences de nos modes de production et de consommation, ne pourra s'appréhender que selon une approche systémique. Après avoir démontré les limites de l'approche analytique à partir de laquelle l'ensemble de la société à l'habitude de raisonner, l'approche systémique a été appliquée au maintien de la planète, considérée alors comme un système fermé, à l'exception près de l'énergie solaire, dont les stocks de ressources et les capacités d'absorption des substances nocives sont finis. Cette analyse, à partir des 10

commandements de l'approche systémique proposés par Joël de Rosnay [De Rosnay, 1975], permet de mettre en évidence un certain nombre de principes à respecter pour le maintien de l'équilibre de ce système, constituant une déclinaison d'une partie des grands enjeux du développement durable auxquels la société doit répondre. Ils fournissent notamment les orientations vers une plus grande soutenabilité environnementale des activités humaines.

L'écologie industrielle est un domaine d'application qui se présente comme « *l'une des voies de mise en œuvre de la durabilité* » [Bourg, 2006]. Introduit en 1989 par R. A. Frosch et N. E. Gallopoulos [Frosch, 1989], en réponse aux conséquences de la vision linéaire du système industriel actuel, l'écologie industrielle appelle à la transformation du système industriel actuel en s'inspirant du caractère cyclique du fonctionnement des écosystèmes naturels. Il s'agit d'une stratégie de dématérialisation qui, selon une approche systémique, vise à découpler la croissance économique et les flux de matières et d'énergie. Elle constitue également une réponse aux limites de l'approche « *end of pipe* » consistant à « *traiter la pollution par le biais de divers dispositifs techniques intervenant généralement en fin de processus* » [Erkman, 2004b, p13].

Concernant les fondements théoriques de l'écologie industrielle, notion relativement émergente dans la communauté scientifique, deux visions s'opposent radicalement. La première est portée par B. Allenby qui, essentiellement basée sur l'optimisation systémique de la société industrielle grâce au déterminisme technologique et au libéralisme de marché, conduit à une artificialisation très poussée de la nature et semble s'apparenter au principe de la durabilité faible. La seconde, soutenue par J. Ehrenfeld, est une interprétation très large du concept de l'écologie industrielle se mêlant pour partie à celui du développement durable. De plus, à la différence d'Allenby, Ehrenfeld accorde une importance particulière aux aspects organisationnels et humains dans la mise en œuvre de l'écologie industrielle.

Dans le cadre de ces travaux, nous partageons l'idée d'Ehrenfeld selon laquelle le facteur humain est au cœur des démarches d'écologie industrielle. Cet aspect sera largement discuté dans le cadre de ce travail car il constitue un point essentiel de la méthode que nous proposons. Nous émettons cependant des réserves quant au fait que ce domaine d'application puisse se confondre à la notion de développement durable.

Enfin, d'un point de vue opérationnel, s'il existe une confusion autour du terme de symbiose industrielle telle que cela a été explicité dans le point 2.5, nous considérons,

en accord avec la plupart des praticiens de l'écologie industrielle (au vu de l'usage qu'ils font de ce terme dans leurs publications), que l'application concrète du principe de l'écologie industrielle réside dans le bouclage des flux de matières et d'énergie entre acteurs industriels proches géographiquement, formant ainsi une symbiose industrielle. Celle-ci répond, en partie, aux principes de développement durable car elles permettent de concilier performance économique, protection de l'environnement, et dans une moindre mesure, bien-être social. Cependant, elles visent en premier lieu à optimiser, localement, la gestion des flux de matières et d'énergie des entreprises, de manière à répondre, avant tout, à des objectifs localisés de productivité et de compétitivité, sans remettre en cause le paradigme économique dominant. La mise en œuvre de symbioses industrielles ne saurait, à elle-seule, répondre aux enjeux du développement durable.

Dans le chapitre suivant, nous nous intéresserons plus spécifiquement au caractère territorial et opérationnel des symbioses industrielles.

Chapitre 2 : Mise en œuvre de l'écologie industrielle

| | |
|---|------------|
| 1. Déploiement opérationnel de l'écologie industrielle | 69 |
| 1.1. Quelques définitions | 69 |
| 1.1.1. Qu'est-ce qu'un éco-parc ? | 69 |
| 1.1.2. Qu'est ce qu'une synergie d'écologie industrielle ? | 72 |
| 1.2. Inventaire des démarches d'écologie industrielle dans le monde | 73 |
| 2. L'écologie industrielle : une approche territoriale | 78 |
| 2.1. Qu'est-ce qu'un territoire ? | 78 |
| 2.2. Les acteurs d'un territoire : de leur processus de coordination au développement territorial | 81 |
| 2.3. Symbioses industrielles et aménagement du territoire | 86 |
| 2.3.1. Qu'est ce que l'aménagement du territoire ? | 86 |
| 2.3.2. Présentation des systèmes productifs localisés | 88 |
| 2.3.3. SPL : une stratégie d'aménagement du territoire | 91 |
| 2.3.4. La symbiose industrielle : une forme particulière de SPL | 93 |
| 2.3.5. L'écologie industrielle : une stratégie d'aménagement du territoire | 98 |
| 3. Exemple de symbiose : la symbiose de Kalundborg | 100 |
| 3.1. Description technique de la symbiose | 100 |
| 3.2. Caractéristiques inhérentes au contexte | 102 |
| 4. Synthèse du chapitre 2 | 104 |

Les démarches d'écologie industrielle auxquelles nous nous intéressons dans ce travail concernent la mise en œuvre de symbioses industrielles comme cela a été explicité dans le chapitre précédent. Celles-ci sont susceptibles d'être menées à des échelles territoriales différentes. En France, les symbioses industrielles peuvent voir le jour au sein de zones d'activités ou de zones industrielles, de villes, de départements, de régions, ou encore de territoires ne possédant pas de frontières administratives. Le territoire le mieux adapté au déploiement de l'écologie industrielle est difficile à définir et cette question sera discutée dans la seconde partie.

Ce chapitre vise, dans un premier temps, à expliciter ce qu'on entend par déploiement opérationnel de l'écologie industrielle. Des définitions seront proposées et un inventaire des démarches déployées à travers le monde sera présenté. Dans une seconde sous-partie, nous verrons en quoi l'écologie industrielle peut être considérée comme une approche territoriale et, plus précisément, comme une stratégie d'aménagement du territoire. Enfin, de manière à illustrer le concept de symbiose industrielle, nous présenterons l'exemple de la symbiose de Kalundborg, au Danemark, premier éco-parc à avoir vu le jour dans les années 1960.

1. Déploiement opérationnel de l'écologie industrielle

Lorsqu'une symbiose industrielle est mise en œuvre à l'échelle d'une zone d'activités ou d'une zone industrielle, on peut parler d'un éco-parc. Il s'agit de la stratégie de déploiement la plus répandue dans le monde. Les échanges de flux de matières et d'énergie au sein des éco-parcs s'appellent des synergies d'écologie industrielle. Cette première sous-partie de chapitre vise, après avoir explicité ces notions, à présenter les principaux projets d'éco-parcs et de réseaux éco-industriels déployés à travers le monde et connus à ce jour dans la littérature scientifique.

1.1. Quelques définitions

1.1.1. Qu'est-ce qu'un éco-parc ?

L'éco-parc ou parc éco-industriel n'est pas à confondre avec la notion de parcs d'éco-activités ou d'éco-industries regroupant des activités technologiques liées aux métiers de l'environnement. En effet, si de nombreux projets de « parcs éco-industriels » sont

recensés à travers le monde, peu relèvent réellement des principes de l'écologie industrielle telle que nous l'entendons. Gibbs and al. **[Gibbs, 2002]** recensent et analysent le fonctionnement de quelques parcs éco-industriels dans le monde. Cette étude montre que peu d'entre eux affichent des objectifs d'échange de flux de matières ou d'énergie. Ce constat n'est pas sans lien avec le fait que la littérature scientifique offre, selon eux, de multiples définitions plus ou moins vagues d'un parc éco-industriel. Par exemple, le Research Triangle Institut et Indigo Development International énoncent, en 1994, qu'une zone d'activités doit présenter plusieurs des caractéristiques suivantes pour être considérée comme un parc éco-industriel **[RTI, 1994]** :

- un simple échange de matière ou d'énergie entre deux entreprises,
- un cluster d'activités relatives au recyclage,
- un regroupement d'entreprises aux technologies environnementales,
- un parc industriel dont les activités se concentrent autour d'un thème unique relatif à l'environnement tel que l'eau ou l'énergie par exemple,
- un parc dont les constructions et infrastructures respectent un certain nombre de contraintes environnementales,
- un parc constitué à la fois de commerces, de résidences et d'entreprises.

Selon Cohen-Rosenthal, une telle organisation vise à accroître les performances économiques de ses occupants tout en réduisant la production de déchets et de polluants **[Cohen-Rosenthal, 1996]**. Lowe et Warren **[Lowe, 1996]** utilisent le terme de « communauté d'entreprises et de sociétés de services » visant un « bénéfice collectif » qu'ils estiment plus intéressant que la somme des bénéfices atteints grâce à l'optimisation individuelle des performances. Ils ont la particularité d'évoquer la nécessaire existence d'interactions entre les acteurs économiques et avec le milieu naturel. La définition proposée en 1996 par le groupe de travail du President Council on Sustainable Development aux Etats-Unis est assez similaire aux précédentes **[Raymond, 1998]**. Enfin, Ayres propose une définition plus concrète et illustrative puisqu'il préconise la présence d'une entreprise majeure dont une proportion importante de déchets et rejets doit être absorbée par des entreprises satellites, elles-mêmes connectées à d'autres sociétés **[Raymond, 1998]**.

Dans le cadre de ces travaux de thèse, nous retiendrons la définition proposée par Maria Chertow **[Chertow, 2000]**, définition par ailleurs retenue par le consortium d'ARPEGE¹⁶ :

¹⁶ Cf. sous-partie 2.1 du chapitre 1.

« Les parcs dits « éco-industriels » sont nombreux de par le monde. Cette dénomination regroupe des situations parfois très différentes : elle peut désigner une zone d'échanges de matières à l'échelle d'une ville, d'une région, ou des opérations d'amélioration de la gestion de la ressource en eau, l'utilisation d'énergie solaire dans une zone industrielle. Une nomenclature des termes liés à ce type d'applications de l'écologie industrielle en distingue 5 types :

Type 1 : les systèmes de recyclage classiques de produits en fin de vie qui impliquent une interface collecteur et vendeur (système de recyclage des ordures ménagères, Armée du Salut...),

Type 2 : système de bouclage des flux de matières et d'énergie au sein d'une usine ou d'une entreprise (Ebara corporation, Japon),

Type 3 : système d'échanges de matières et d'énergie entre entreprises voisines sur une zone définie,

Type 4 : système d'échanges de matières et d'énergie entre entreprises locales mais non voisines (Kalundborg),

Type 5 : système d'échanges de matières et d'énergie entre entreprises organisées « virtuellement » à l'échelle d'une région (Caroline du Nord, Tampico)

La notion de « parc éco-industriel » regroupe les typologies 3 à 5 dont la structuration des démarches relève du concept de développement éco-industriel. »

En d'autres termes, un parc éco-industriel ne saurait se limiter à la présence d'industriels recyclant leurs déchets ou optimisant, en interne, la gestion de leurs flux, ou encore à un groupement d'entreprises dont l'activité est le traitement de déchets. Un parc éco-industriel regroupe nécessairement plusieurs entreprises dont les relations sont coopératives : elles s'échangent des flux de matières, d'eau ou d'énergie de telle sorte que les déchets des uns deviennent des ressources pour d'autres.

Lorsque les échanges de flux de matières et d'énergie ont lieu à une échelle géographique plus étendue qu'un parc d'activité, on parle de réseaux éco-industriels. A noter également que des stratégies de déploiement par filière peuvent exister. Les cimenteries consomment, par exemple, de nombreux combustibles de substitution tels que des pneus usagés, des huiles ou encore des solvants. Cette catégorie de développement éco-industriel ne relève cependant pas obligatoirement d'une approche territoriale, les entreprises n'étant pas nécessairement proches géographiquement.

1.1.2. Qu'est ce qu'une synergie d'écologie industrielle

Le terme de « **synergie d'écologie industrielle** », est utilisé pour définir la nature de la coopération existante entre deux acteurs économiques faisant l'objet d'une symbiose industrielle. Cyril Adoue parle également de « synergie éco-industrielle » [Adoue, 2004a]. La synergie la plus évidente au vu de la définition de l'écologie industrielle consiste à utiliser un flux de déchet, de co-produit, ou un excédent énergétique en substitution d'une ressource. Cet échange de flux entre deux acteurs économiques s'appelle une **synergie de substitution**. Depuis peu, une autre forme de synergie a été identifiée dans les démarches d'écologie industrielle. Cyril Adoue lui a attribué le nom de **synergie de mutualisation**. Celle-ci désigne la coopération de deux ou plusieurs acteurs économiques visant à s'approvisionner ou produire collectivement une ressource telle que de la vapeur par exemple, ou encore à mutualiser la collecte et le traitement d'un déchet. Cette forme de synergie engendre des gains économiques pour l'ensemble des acteurs participant à la mutualisation, principalement grâce au phénomène d'économie d'échelle.

Si les synergies de substitution reviennent, par analogie au fonctionnement des écosystèmes naturels, à créer des sortes de chaînes alimentaires entre les entreprises, le principe des synergies de mutualisation ne correspond à aucune analogie. Elles permettent, en réalité, de rationaliser davantage l'usage des flux de matières, d'eau et d'énergie lorsque ces flux ne peuvent faire l'objet d'une synergie de substitution. Par ailleurs, ces synergies peuvent être complémentaires. Notons que lorsqu'une synergie de substitution n'est pas réalisable entre deux entreprises pour des raisons quantitatives, la mutualisation d'un flux sortant, par exemple, entre plusieurs acteurs peut permettre d'obtenir un volume suffisamment important pour permettre l'utilisation de ce flux en substitution d'une ressource neuve par une autre entreprise. Enfin, Les synergies de mutualisation semblent plus faciles à opérationnaliser que les synergies de substitution [Heeres, 2004 ; Cohen-Rosenthal, 1996 ; Mirata, 2005b], surtout lorsqu'elles concernent la mutualisation d'un service. Les transformations nécessaires au sein des entreprises concernées sont moindres, les bénéfices économiques générés sont plus immédiats et évidents. Ces synergies permettent de constituer un préalable aux échanges de flux de matières et d'énergie et enclenchent une dynamique de projet, nécessaire à la création d'une symbiose industrielle comme nous le verrons dans la seconde partie de ce travail, au cours du quatrième chapitre.

La figure suivante représente la mise en œuvre de ces deux types de synergie entre des acteurs économiques proches géographiquement et constituant ainsi une **ymbiose industrielle**.

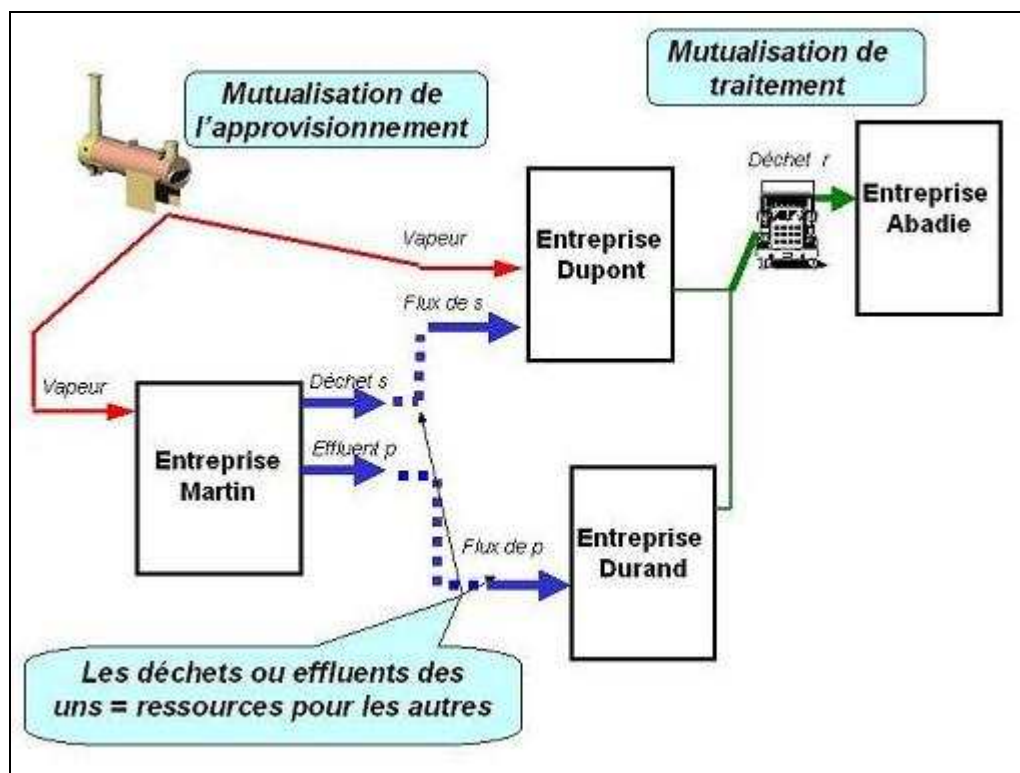


Figure 4 : Synergies d'écologie industrielle (Source : Systèmes Durables).

Après avoir introduit les notions essentielles à la compréhension de la mise en œuvre opérationnelle de l'écologie industrielle, intéressons nous à présent, dans le point suivant, aux différentes démarches déployées à travers le monde.

1.2. Inventaire des démarches d'écologie industrielle dans le monde

Une énumération exhaustive de l'ensemble des démarches d'écologie industrielle déployées dans le monde est difficile à réaliser en raison du manque d'information disponible. C'est pourquoi seuls les projets les plus documentés sont évoqués ci-après.

En Amérique du Nord

C'est aux Etats-Unis que les premières initiatives ont vu le jour dès 1994, notamment grâce à la volonté du PCSD (President's Council on Sustainable Development), créé à l'initiative de l'administration Clinton, d'expérimenter l'écologie industrielle sur 4 sites pilotes à savoir : Baltimore (Maryland), Cape Charles (virginie), Brownsville (Texas) et Chattanooga (Tennessee) **[Gibbs, 2002]**. Le déploiement de l'écologie industrielle aux Etats-Unis s'est ensuite rapidement poursuivi au-delà de ces expérimentations. Les deux plus remarquables sont le projet d'écosystème industriel mené sur 6 comtés de l'Etat de Caroline du Nord en 1997 (détaillé dans le chapitre 3), ainsi que le projet lié à la réhabilitation d'une zone militaire à Devens en 2000. Ce projet est piloté par l'agence de développement économique du Massachusetts (Mass-Development) et vise l'application des principes du développement durable et de l'écologie industrielle à la gestion du parc. Pour cela, une quinzaine de critères ont été définis et sont imposés aux entreprises souhaitant intégrer le programme. On trouve parmi ces critères, notamment, la création de liens avec d'autres entreprises pour améliorer collectivement leur éco-efficacité (achats communs, échange de flux, mutualisation de services, etc.), le partage d'information, ou encore la réduction de l'usage de produits toxiques **[Duret, 2007]**.

L'écologie industrielle a également été développée au Canada, notamment au sein du parc industriel de Burnside, dans la municipalité de Halifax, en Nouvelle Ecosse. Les premières études visant à appliquer les principes de l'écologie industrielle à l'échelle du parc ont été réalisées dès 1992 par l'Université de Dalhousie. Cette problématique a ensuite été intégrée aux activités de l'Eco-Efficiency Center, créé en 1992. Un centre de Transfert Technologique en Ecologie Ecologie Industrielle (CTTEI) a également vu le jour en 1999 à Sorel Tracy dans le but de mener des recherches sur la faisabilité technique de la valorisation des matières résiduelles industrielles. Depuis 2001, le CTTEI prévoit de développer l'écologie industrielle de manière opérationnelle sur le territoire de la Montérégie.

En Europe

Alors que les Etats-Unis annoncent un nombre plus important de parcs éco-industriels qu'en Europe, beaucoup en sont encore au stade de la planification, ou mis en parenthèse dans l'attente de financements. A l'inverse, en Europe, malgré un déploiement plus tardif, la proportion de sites a priori opérationnels est plus importante qu'aux Etats-Unis **[Gibbs, 2002]**. L'exemple le plus significatif et le plus abouti de démarche d'écologie industrielle reste aujourd'hui la symbiose de Kalundborg, au Danemark, que nous présenterons plus en détails dans la sous-partie 3 de ce chapitre.

Ce n'est ensuite qu'en 1994 que le premier projet de symbiose industrielle a émergé aux Pays-Bas, sur le Port de Rotterdam, à l'initiative d'une association locale de chefs d'entreprises **[Baas, 1998]**. Le déploiement de l'écologie industrielle s'est ensuite poursuivi en Allemagne, dans la région de la Rhine-Neckar, près d'Heidelberg en 1996. Mené en premier lieu, et avec succès, au sein d'une zone d'activités, le système de coopération interindustrielle a ensuite été élargi à l'ensemble de la région, constituant « *un réseau institutionnalisé de gestion de flux de matières coordonné par deux dirigeants de PME bien reconnus localement* » **[Duret, 2007, p. 14]**. Un projet d'envergure nationale a ensuite été initié en 2000, au Royaume-Uni, par la branche régionale anglaise du Business Council for Sustainable Development (BCSD-UK). Ce programme vise à centraliser et coordonner, à l'échelon national, des démarches de symbioses industrielles développées sur plusieurs territoires du Royaume-Uni **[Mirata, 2004]**. La Suisse s'est également engagée dans une démarche d'écologie industrielle à travers le projet Ecosite, lancé par l'administration cantonale de Genève en 2002, à la suite de l'adoption de la loi sur l'Agenda 21 en 2001 dont l'article 12 vise à encourager la pratique de l'écologie industrielle sur le canton **[GEDEC, 2005]**. Le déploiement de ce concept en Europe s'est ensuite traduit par deux démarches simultanées menées en Suède et dans la région méditerranéenne à partir de 2003. La première est la symbiose industrielle de Landskrona impliquant 19 entreprises et la municipalité, pilotée par l'International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) (détaillé dans le chapitre 3) **[Mirata, 2005a]**. La seconde concerne le projet ECOSIND qui coordonne, dans le cadre du programme de la Communauté Européenne Interreg III C des démarches d'écologie industrielle en Toscane et en Abruzzo (Italie), en Catalogne (Espagne) et en Péloponèse (Grèce)¹⁷.

En France

Le premier colloque en écologie industrielle a été organisé, en France, en septembre 1999, à l'Université de Technologie de Troyes (UTT), par D. Bourg¹⁸ et S. Erkman¹⁹ **[Brullot, 2006a]**. Cette manifestation a contribué à attirer l'attention des mondes industriel, institutionnel et académique sur ce sujet, marquant ainsi le début de son déploiement. C'est ainsi que la première démarche d'écologie industrielle en France a débuté fin 1999 sur les zones d'activités de Grande-Synthe et Petite-Synthe, près de Dunkerque **[Erkman, 2000]**. Coordinée par l'association Ecopal, créée pour les

¹⁷ <http://www.interreg3c.net> et www.ecosind.net

¹⁸ Directeur du Centre de Recherches et d'Etudes Interdisciplinaires sur le Développement Durable, UTT, Troyes, France. www.utt.fr, aujourd'hui à l'IPHT, Université de Lausanne, Suisse.

¹⁹ Directeur de l'Institut pour la Communication et l'Analyse des Sciences et Technologies (ICAST), Genève, Suisse. www.icast.org

besoins spécifiques du projet, la recherche de synergies d'écologie industrielle se poursuit aujourd'hui à l'échelle de la Communauté Urbaine de Dunkerque. La seconde expérimentation française a été réalisée sur la zone industrielle de Fos sur Mer, près de Marseille, en 2001 [Junqua, 2005]. C'est ensuite dans le département de l'Aube que le déploiement de ce concept a été amorcé par une étude préliminaire d'évaluation du potentiel de la mise en œuvre de l'écologie industrielle en 2003 [Maniquet, 2003]. Les résultats de ce premier travail ont encouragé les différents acteurs impliqués dans l'expérimentation à créer le Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube. Celui-ci a fonctionné de manière informelle jusqu'en fin 2007 où il a été constitué en association loi 1901²⁰. Ce projet constituant le terrain d'expérimentation privilégié de ce travail de thèse, il sera abordé tout au long de ce mémoire. Une démarche d'expérimentation a également débuté depuis 2004 dans la Vallée de la Chimie, entre l'agglomération Lyonnaise et le Roussillon. Ce projet est encore aujourd'hui en cours de réalisation. Des démarches d'écologie industrielle ont été menées en Ile de France, de manière plus ponctuelle, sur des zones d'activités localisées, dans le cadre d'un projet porté par Fondaterra²¹ en 2006. Enfin, le Pays Centre-Ouest Bretagne, qui s'intéresse depuis peu à la thématique de l'écologie industrielle, réfléchit actuellement à la structuration et à la définition d'une stratégie visant à déployer ce concept sur l'ensemble de son territoire.

Même si ce tour d'horizon met en évidence un certain nombre d'expérimentations de l'écologie industrielle en France, il ne s'agit pour la plupart que de prémices dont les résultats n'atteignent pas un niveau significatif au regard des enjeux de l'écologie industrielle et de l'exemple de la symbiose de Kalundborg. Pour tenter de répondre en partie à cette problématique, l'ensemble des acteurs de l'écologie industrielle en France, parmi lesquels le CREIDD, se sont organisés au sein du consortium du projet COMETHE²², financé par l'Agence Nationale de la Recherche. Ce projet a débuté officiellement en avril 2008 et s'étend sur 3 ans. Il repose sur des expérimentations pilotes menées sur 7 parcs d'activités aux typologies différentes : le site fluvial et industriel du Pouzin en Ardèche, la zone industrielle de Lagny sur Marne, en Seine et Marne, sur laquelle l'entreprise Ypréma échange déjà des flux de matières et d'eau avec une entreprise située à proximité, le territoire du Dunkerquois, dans le Nord, le technopôle de Savoie-Technolac, en Savoie, et 3 zones d'activité auboise à savoir le bassin industriel du Nogentais, le parc d'entreprises du Grand Troyes et le parc

²⁰ Pour plus d'informations sur le Club d'écologie industrielle de l'Aube, consultez le site internet www.ceiaube.com

²¹ Fondation européenne pour des territoires durables, Fondaterra fédère des compétences de recherche, formation médiation des connaissances et expertise autour de la thématique du développement durable des territoires. www.fondaterra.com

²² Pour plus d'informations, consultez le site internet du projet COMETHE : www.comethe.org

d'activités de Torvilliers. Certains de ces territoires sont déjà impliqués dans une stratégie d'écologie industrielle, d'autres sont des territoires en requalification, comme beaucoup de zones d'activités en France, ou encore vierges de tout aménagement et/ou de plan de commercialisation. Ainsi, ce projet vise à concevoir des outils méthodologiques et d'évaluation pour l'écologie industrielle, de manière à faciliter sa mise en œuvre au sein de zones d'activités, quelles qu'elles soient.

En Australie

Un important projet d'écologie industrielle a été initié en 2002 sur la zone industrielle de Kwinana, en Australie, par l'association de chefs d'entreprises de la zone (détaillé dans le chapitre 3) **[Van Beers, 2005 ; Van Beers, 2007]**.

Dans les pays émergents

L'écologie industrielle n'est pas un domaine d'application réservé aux pays développés. Suren Erkman considère que ce concept devrait être, au contraire, considéré comme « *une stratégie pertinente et prioritaire pour les pays dits en développement* » **[Erkman, 2004a, p. 21]**. En effet, selon lui l'écologie industrielle est « *non seulement l'une des meilleures stratégies pour modérer les impacts négatifs de l'industrialisation, mais aussi un atout non négligeable pour accroître la compétitivité de leurs économies* ». Connaissant une croissance économique vertigineuse, accompagnée par un développement industriel sans précédent, la Chine s'est lancée dans une stratégie nouvelle : l'écologie industrielle ou « *économie circulaire* ». L'Administration nationale de la protection de l'Environnement (SEPA) a lancé 14 projets pilotes de parcs éco-industriels et 6 projets pilotes d'éco-provinces ou d'éco-villes depuis 1999 **[Fan, 2006]**. Peuvent être cités, par exemple, le parc éco-industriel de Guigang, initié en 2001 autour de l'industrie de la canne à sucre et le parc éco-industriel de Baotou, ancienne ville industrielle dédiée à l'énergie et aux matières premières, créé en 2003. Un projet d'écologie industrielle a également été déployé au Mexique, sur la zone industrielle de Tampico, à l'initiative de la branche régionale du Business Council for Sustainable Development du Golf du Mexique, en 1997 **[Duret, 2007]**. Enfin, des applications commencent à émerger en Inde **[Erkman, 2003]**, en Colombie **[Binder, 1996]** et en Afrique **[Dramé, 2001]**.

Les démarches d'écologie industrielle peuvent être menées à des échelles territoriales différentes, comme nous venons de le voir. Les expérimentations les plus fréquemment rencontrées concernent la création d'éco-parcs. Nous pensons que cette

échelle est pertinente d'un point de vue organisationnel et relationnel en ce sens que les entreprises d'une même zone d'activités répondent, à priori, à un mode de gouvernance commun, et entretiennent, dans le meilleur des cas, des relations de proximité au sein d'une association d'entreprises, ce qui facilite l'émergence de projets coopératifs. Cependant, de manière à répondre au mieux aux enjeux du développement durable, tels qu'évoqués dans le chapitre précédent, la mise en œuvre de l'écologie industrielle ne doit pas se limiter aux zones d'activités. Certains auteurs tels que T. Sterr considèrent d'ailleurs que l'échelle régionale présente davantage de critères d'efficacité des démarches, tant du point de vue des facteurs de succès que des bénéfices attendus [Sterr, 2004]. La question de l'échelle la plus pertinente pour le déploiement de l'écologie industrielle sera largement discutée dans la seconde partie de ce travail, visant à proposer une méthodologie d'aide à la décision pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle. Cependant, il est important d'explicitier, à ce stade du travail, en quoi l'écologie industrielle est une approche territoriale impliquant nécessairement des acteurs dont les enjeux et les contraintes peuvent être différents et dont les processus de coordination influencent véritablement la mise en œuvre de symbiose. Par ailleurs, quel que soit le territoire retenu, celui-ci se caractérise par une politique globale de développement économique et d'aménagement du territoire dont il faut tenir compte, comme nous le verrons dans la seconde partie de ce travail.

2. L'écologie industrielle : une approche territoriale

L'objectif de cette partie est de démontrer en quoi la mise en œuvre de l'écologie industrielle, telle que nous la considérons dans ces travaux, c'est-à-dire à travers la création de symbioses industrielles, peut être considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire.

2.1. Qu'est-ce qu'un territoire ?

La notion de territoire est utilisée et définie par de multiples domaines scientifiques parmi lesquels la géographie physique, humaine et politique, ainsi que la biologie ou l'écologie. Cette diversité de domaines scientifiques lui confère un caractère polysémique. Nous dirons ici que le territoire est avant tout en lien avec la notion d'espace géographique et possède plus ou moins des frontières ou des limites, comme nous allons le voir ci-après. Ce concept a pris une importance croissante, notamment en géographie, et a été l'objet de nombreuses réflexions qui, au fil du temps, ont fait

évoluer sa signification. Deux catégories d'approches peuvent être identifiées et sont présentées ici. La première émane des champs disciplinaires de la géographie physique et politique selon lesquels le territoire est défini comme un espace géographique aux frontières plus ou moins bien définies. La seconde approche relève de la géographie humaine avec une approche plus complexe de la notion de territoire. Il s'agit également d'un espace géographique mais aux frontières plus floues.

Le territoire : un espace géographique aux frontières plus ou moins bien définies :

La **géographie physique** définit la notion de territoire comme un espace à métrique topographique [Lévy, 2003]. On parle par exemple de territoire montagneux. Son périmètre est clairement établi, tout comme dans le domaine de la géographie politique.

La **géographie politique** désigne le territoire comme un espace sur lequel s'exerce un pouvoir politique, ou encore « *une production idéologique et une appropriation étatique (ou plus largement politique) qui traduit un mode spécifique de gestion* » [Raffestin, 1984, cité in Di Méo, 1996, p. 22]. A l'échelle de la France, le pouvoir de l'Etat est représenté dans chacune des subdivisions administratives découpant le territoire national. Il en résulte autant de territoires juridico-administratifs que de régions, départements, communes et autres entités intermédiaires, entre lesquels le pouvoir de l'Etat est partagé.

Le territoire : un espace géographique aux frontières floues

Il existe, au sein même de la géographie humaine, plusieurs courants pour définir le concept de territoire. Ces courants sont affiliés à la sociologie, à l'économie, ou encore au pouvoir politique.

L'**approche politique** désigne le territoire comme « *une portion de l'espace délimitée pour exercer un pouvoir* » [Sack, 1986, p. 19]. Il matérialise, par exemple, l'étendue d'un pouvoir économique détenu par une multinationale. Il est donc, dans ce cas, considéré comme une organisation spatiale construite par la multinationale pour conforter et augmenter son pouvoir, et ainsi, étendre son territoire d'action [Colletis, 2004].

Selon l'**approche économique**, la notion de territoire résulte de l'acquisition, par sa population d'acteurs publics et privés, d'une compétence économique spécifique et de la mise en œuvre d'une dynamique productive [Colletis, 1999]. Les pôles de compétitivité et les systèmes productifs localisés sont des exemples de territoire au sens économique.

Enfin, le dernier courant de la géographie humaine repose sur une **approche sociologique**. Celle-ci considère que le territoire est lié à l'identité culturelle des populations qui l'habitent et qui disposent d'une emprise sur sa gestion. Dans l'ouvrage écrit sous la direction de Guy Di Méo qui s'intitule *Les territoires du quotidien*, [Di méo, 1996] Philippe Tizon offre un tour d'horizon des différentes définitions du concept de territoire selon une approche sociologique. Les citations et références qui suivent sont principalement issues de cet ouvrage. C'est ainsi qu'Yves Barel propose, en 1990, une vision très large de la notion de territoire, à savoir « *un milieu de vie, de pensée et d'action dans lequel et grâce auquel un individu ou un groupe se reconnaît, se dote lui-même de sens, met en route un processus identificatoire et identitaire* ». On parle alors de territoire social dont les acteurs partagent une mémoire collective, une histoire, « *quelque chose comme une écologie sociale, substance de la socialité* » [Barel, 1990, cité in Tizon, 1996, p. 21]. Il existe alors un processus de symbolisation, par les acteurs, de tous les éléments constituant le territoire de manière à le construire. Joël Bonnemaïson partage cette vision du territoire puisque selon lui, il s'agit avant tout d'espaces de convivialité, de « *lieux où s'exprime la culture et, plus loin, l'espèce de relation sourde et émotionnelle qui lie les hommes à leur terre et dans le même mouvement fonde leur identité culturelle* » [Bonnemaïson, 1979, cité in Tizon, 1996, p. 21]. Roger Brunet ajoute dans ce sens que « *le territoire est une œuvre humaine, (...) la base géographique de l'existence sociale. Toute société a du territoire, produit du territoire* » [Brunet, 1990, cité in Tizon, 1996, p. 22]. C'est ainsi que Guy Di Méo voit dans la notion de territoire « *une construction, produit de l'histoire que reconstitue et déforme, au fil de ses pratiques et de ses représentations, chaque acteur social* » [Di Méo, 1991, cité in Tizon, 1996, p. 23].

Cette vision plutôt sociale de la notion de territoire place l'acteur au cœur de celui-ci. Selon les auteurs de l'ouvrage *Les acteurs, ces oubliés du territoire*, à savoir Gumuchian, Grasset, Lajarge et Roux, on ne peut parler de territoire sans parler d'acteur, même si en géographie, cette composante, considérée comme incontournable dans la compréhension de la construction et de l'histoire d'un territoire depuis 1970, a généralement été mise au second plan, préférant une approche par les groupes, et non par les individus. La notion d'acteur est cependant largement employée dans le domaine de la géographie contemporaine, et ce depuis le début des années 1990.

Dans le cadre de ce travail, et plus précisément de la question de l'application de l'écologie industrielle à l'échelle d'un territoire, il est nécessaire de s'intéresser aux

processus selon lesquels un territoire se construit. L'analyse des différentes définitions de cette notion proposées ci-dessus nous amène à considérer qu'il est difficile d'énoncer une recommandation quant au territoire le plus pertinent pour l'application de l'écologie industrielle. Nous considérons en effet que celui-ci sera révélé à travers le processus de mise en œuvre de l'écologie industrielle impliquant des acteurs dont certains partagent une culture, un passé historique et se rejoignent autour de problématiques communes tout en ayant parfois des intérêts et enjeux divergents. Selon B. Pecqueur, un territoire est aussi et peut être surtout le résultat d'un processus de construction et de délimitation par les acteurs **[Pecqueur, 2006]**. Perrat et Zimmerman considèrent ainsi qu'à chaque activité ou ensemble d'activités correspond un territoire pertinent, aux contours évolutifs, existant à travers une dynamique de développement et étant le résultat de choix stratégiques des acteurs qui le composent **[Perrat, 2003]**. Le territoire sur lequel le concept d'écologie industrielle sera mis en œuvre sera donc révélé grâce aux relations existantes entre les acteurs de la démarche, ces relations pouvant ensuite conduire à l'élaboration de normes communes **[Leloup, 2005]**. On parle alors de proximité géographique et institutionnelle, concepts qui seront explicités dans le point suivant. Le territoire construit sera nécessairement à l'intersection d'autres territoires sociaux, politiques, économiques ou encore politico-administratifs et met en œuvre une multitude d'acteurs aux enjeux et contraintes différents. C'est pourquoi nous pouvons considérer le territoire comme un système complexe, tel que le définit Alexandre Moine **[Moine, 2007]**.

2.2. Les acteurs d'un territoire : de leur processus de coordination au développement territorial

Comme nous venons de le voir, le processus de mise en œuvre de l'écologie industrielle conduira à la révélation d'un territoire par l'action des acteurs en présence, leur organisation et leur processus de coordination. Intéressons-nous maintenant à la mise en évidence des différents types de coordination entre les acteurs conduisant à des modes de développement territorial distincts. Pour cela, nous proposons de nous appuyer, dans le cadre de notre recherche, sur les travaux d'un récent courant d'analyse, se trouvant à la confluence de l'économie industrielle et de l'économie spatiale : l'Ecole de la Proximité²³ **[Rallet, 1995]**. Nous y ferons référence de manière à analyser et qualifier la nature des modes de coordination entre les acteurs impliqués

²³ Pour une bibliographie plus complète sur ce courant d'analyse, nous invitons le lecteur à se reporter à l'ouvrage de Jean-Pierre Gilly et André Torre qui s'intitule *Dynamiques de proximité* (2000) **[Gilly, 2000]**.

dans une démarche d'écologie industrielle et verrons en quoi cette démarche constitue un mode de développement territorial.

L'école de la proximité est un courant d'analyse économique récent qui a émergé au milieu des années 1990. Son essor est issu du constat que les mesures physiques ne suffisaient pas à rendre compte du phénomène de rapprochement, ou de celui de l'éloignement, en économie régionale. La mesure de l'accessibilité ne peut s'effectuer qu'à partir de l'unique distance métrique. L'accessibilité doit intégrer des variables physiques tel que le relief ou la présence de cours d'eau, des variables infrastructurelles telles que les voies routières ou ferrées, des variables de flux si une activité logistique importante engendre des encombrements des voies de circulation ou encore des variables sociales telles que les habitudes de mobilité ou l'existence de zones urbaines à forte densité. De ce constat résulte la notion de proximité géographique dont Gilly et Torre **[Gilly, 2000, pp.12-13]** donnent la définition suivante : *« La proximité géographique traite de la séparation dans l'espace et des liens en terme de distance. Elle fait référence à la notion d'espace géonomique, au sens de Perroux ; renvoyant largement à la localisation des entreprises, elle intègre la dimension sociale des mécanismes économiques, ou ce que l'on appelle parfois la distance fonctionnelle. En d'autres termes, la référence aux contraintes naturelles et physiques, clairement inscrite dans sa définition, n'épuise pas son contenu, qui comprend également des aspects de construit social tels que les infrastructures de transport, qui modifient les temps d'accès, ou encore les moyens financiers permettant l'utilisation de certaines technologies de communication ».*

La notion de proximité ne peut cependant être évaluée qu'à partir du seul critère géographique qu'est la distance, même si selon la définition donnée ci-dessus, celle-ci intègre une dimension matérielle et sociale. Il existe d'autres formes de proximité entre acteurs, quelle que soit la distance kilométrique qui les sépare. L'école de la Proximité parle alors de proximité organisationnelle, institutionnelle, et plus récemment de proximité organisée.

Les auteurs de ce courant d'analyse proposent, dans un article collectif de la revue Sciences de la Société, paru en 1999 **[Colletis, 1999]**, de définir ces notions comme suit :

« [La] proximité organisationnelle (...) concerne les interactions entre acteurs (individuels ou collectifs), à l'intérieur des (ou entre les) organisations (et les institutions formelles) reposant sur un cadre cognitif commun. Elle lie des acteurs participant à une activité finalisée et appartenant à un même espace de rapports : un groupe et ses

filiales, l'Etat et ses collectivités territoriales, des fédérations syndicales nationales et locales, ou un réseau d'acteurs » [Colletis, 1999, p. 27].

« [La] proximité institutionnelle (...) repose, quant à elle, sur l'adhésion des acteurs à un espace commun de représentations et de règles d'action orientant les comportements collectifs. Cette proximité institutionnelle, plus ou moins forte, influe sur la mise en compatibilité des différents modes de coordination entre acteurs, et par conséquent sur l'émergence de régularités de coordinations productives localisées » [Colletis, 1999, p. 27].

C. Beaurain et al. s'accordent à penser que, malgré la précision de ces définitions, il règne une confusion sémantique autour de ces notions utilisées par différents auteurs, certainement en raison des hésitations conceptuelles résultant du jeune âge de ce courant d'analyse [Beaurain, 2006]. C'est ainsi que J.-P. Gilly et A. Torre [Gilly, 2000] évoquent uniquement les notions de proximité géographique et organisationnelle, la seconde étant susceptible de répondre à une logique d'appartenance et une logique de similitude. Selon la logique d'appartenance, des acteurs sont proches en termes organisationnels s'ils appartiennent au même espace de rapport, c'est-à-dire entre lesquels se nouent des interactions de différentes natures. Il semblerait que cette distinction sémantique corresponde en fait à la proximité organisationnelle telle qu'elle est définie ci-dessus par G. Colletis et al. De même selon la logique de similitude, les acteurs sont proches en termes organisationnels s'ils possèdent le même espace de référence et partagent le même savoir. La proximité des acteurs est dans ce cas liée à une ressemblance de leurs représentations et de leurs modes de fonctionnement. Il semblerait que la proximité organisationnelle, selon la logique de similitude, fasse en fait référence à la proximité institutionnelle selon la définition de G. Colletis et al. présentée ci-dessus. Enfin, certains parlent également de proximité géographique et de proximité organisée, la seconde étant explicitement considérée comme une expression générique regroupant les notions de proximité organisationnelle et institutionnelle. [Pecqueur, 2004b].

Si l'on s'en tient à l'analyse de ce clivage conceptuel proposée par C. Beaurain et al. [Beaurain, 2006], à partir des travaux de J.-P. Gilly et Y. Lung [Gilly, 2004b], il semblerait que les principaux auteurs de la proximité se distinguent selon leur appartenance à un courant d'inspiration institutionnaliste, tel que B. Pecqueur et G. Colletis, ou de type interactionniste, tel que J.-B. Zimmerman notamment. Un positionnement intermédiaire est également adopté par d'autres membres. Dans le cadre de notre recherche, considérant les institutions comme des acteurs clés des processus de coordination des acteurs impliqués dans une démarche d'écologie

industrielle, nous privilégierons l'approche institutionnaliste de la proximité et retiendrons les trois formes définies ci-dessus à savoir : la proximité géographique, organisationnelle et institutionnelle.

Trois modes de développement territorial fondés sur des combinaisons des proximités présentées ici peuvent être distingués : l'agglomération, la spécialisation et la spécification.

- l'agglomération « se fonde sur une concentration spatiale d'activités hétérogènes, ne représentant pas à priori de complémentarité. Les économies externes aux entreprises, liées à des économies d'échelle dans le partage de certaines ressources, jouent un rôle important dans cette concentration des activités économiques ». **[Colletis, 1999, p. 27]**. En termes de proximité, ce mode de développement renvoie plutôt à la proximité géographique.
- La spécialisation « se fonde sur une structure organisationnelle forte du tissu économique dominée par une activité industrielle ou un produit ». **[Colletis, 1999, p. 28]**. Ce processus favorise la concentration géographique d'activités complémentaires. En termes de proximité, ce schéma relève à la fois de la proximité organisationnelle, de par les relations productives qui existent entre les entreprises, et géographique.
- La spécification est caractérisée par « un territoire qui dispose d'un mode de coordination entre les agents économiques qui, outre les effets de la proximité organisationnelle, permet une flexibilité dans le déploiement des ressources, des activités et des compétences sans faire éclater le contexte territorial » **[Colletis, 1999, p. 29]**. Ce mode de développement implique une articulation forte des trois types de proximité. Elle caractérise également la capacité des acteurs du territoire, publics et privés, à se mobiliser et à identifier, grâce à leur coordination, de nouvelles potentialités de développement pour répondre, de manière dynamique et collective, à un problème productif donné.

Par ailleurs, de manière à comprendre quelles coordinations donnent naissance à des réseaux d'acteurs qui ensuite enclenchent une dynamique de développement territorial, et de quelle manière, il est nécessaire de s'intéresser au mode de gouvernance des territoires. Sur la base d'observations empiriques, Colletis et al. **[Colletis, 1999, p. 36]** proposent quatre formes principales de gouvernance locale :

- la gouvernance privée : « ce sont les acteurs privés dominants qui impulsent et pilotent des dispositifs de coordination et de création de ressources selon un

but d'appropriation privée. Il en est ainsi de la firme motrice, par exemple l'établissement d'un grand groupe, qui structure l'espace productif local ».

- *la gouvernance privée collective : « l'acteur clé est une institution formelle qui regroupe des opérateurs privés et impulse une coordination de leurs stratégies. On trouve dans ce cas les Chambres de Commerce, les syndicats professionnels et toute forme de club regroupant des opérateurs privés ».*
- *la gouvernance publique : les institutions publiques ont des modes de gestion des ressources qui diffèrent de l'appropriation privée, notamment à travers la production de biens ou services collectifs, donc par définition utilisables par tous les acteurs, sans rivalité ni exclusion d'usage. Ce sont au premier chef, l'Etat, les collectivités territoriales et toutes les formes d'inter-collectivité [...] mais aussi les centres de recherche publique... »*
- *La gouvernance mixte : « [il s'agit] le plus souvent [d'] une association de ces différentes formes mais avec une dominante, ce qui permet de caractériser chaque territoire comme un cas particulier entrant dans une catégorie générale (plutôt publique ou plutôt privée) avec un dosage spécifique et variable »*

Nous verrons qu'il est possible d'établir un lien entre les différentes formes de proximité définies dans le cadre du corpus théorique de l'école de la Proximité, et le stade d'avancement, ou encore le degré de maturité, d'une démarche d'écologie industrielle. En effet, selon nous ces démarches font l'objet de modes de gouvernance spécifiques évoluant au fur et à mesure de l'avancement du projet et de sa maturité. Quel que soit son mode de gouvernance lors du lancement de la démarche, il semblerait qu'une symbiose industrielle mature fasse l'objet d'une gouvernance mixte et qu'elle constitue un mode de développement territorial particulier qui puisse être assimilé à une spécification [Maillefert, 2008]. Cela sous-entend que l'on assiste à une maturation, que l'on qualifiera également de pérennisation, de la démarche d'écologie industrielle au cours de laquelle le mode de gouvernance et la proximité des acteurs évoluent. Ainsi, nous proposerons, dans le chapitre 4 de ce travail, des critères permettant de qualifier la nature des modes de coordination entre les acteurs impliqués dans une démarche d'écologie industrielle, de manière à en déduire son degré de maturité, grâce, notamment aux apports conceptuels de la théorie de l'Economie des Conventions. Celle-ci a pour objectif de tenir compte des apports de la philosophie, de l'économie et de la sociologie, en matière de coordination des acteurs constitutifs d'un ensemble politique, social et territorial. Dans le cadre de notre travail, l'ensemble auquel nous nous intéresserons est le réseau d'acteurs publics et privés organisés pour et par la mise en œuvre d'une symbiose industrielle. La question centrale de

l'économie des conventions est celle de la constitution de mécanismes de coordination, formels ou informels, et de la capacité de ces mécanismes à devenir autonomes par rapport aux acteurs qui en sont à l'origine. Ainsi, nous tenterons, à la lumière de cette théorie dont nous expliciterons plus en détails les fondements dans la partie 3.2.2 du chapitre 4, d'identifier des critères d'analyse du degré de maturité d'un réseau d'écologie industrielle. Nous reviendrons également plus en détails sur ce que nous qualifions de réseau mature, ou pérenne, dans le chapitre suivant.

Grâce à la théorie de la proximité, nous avons explicité le processus selon lequel une démarche d'écologie industrielle pouvait être considérée comme un mode de développement territorial résultant de la coordination des acteurs tant publics que privés et caractérisé par une gouvernance spécifique. Dans la sous-partie suivante, et de manière à préciser davantage le caractère territorial de l'écologie industrielle, notamment du point de vue des dynamiques productives qu'elle cherche à mettre en œuvre, nous verrons en quoi l'écologie industrielle peut être considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire.

2.3. Symbioses industrielles et aménagement du territoire

Après avoir défini la notion d'aménagement du territoire, nous nous intéresserons à une forme particulière d'organisation économique, considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire qu'est le système productif localisé [Benko, 2001]. Nous en expliciterons le fonctionnement, les caractéristiques et les avantages en matière d'aménagement du territoire. Enfin, nous verrons en quoi la mise en œuvre de l'écologie industrielle peut être considérée comme une forme particulière de système productif localisé et, de ce fait, comme une stratégie d'aménagement du territoire.

2.3.1. Qu'est ce que l'aménagement du territoire

Nous avons cherché, dans un premier temps, à définir cette notion de manière à identifier des critères caractérisant un processus relevant de l'aménagement du territoire. Il s'avère que, sauf erreur de notre part, malgré le nombre important d'ouvrages et d'articles scientifiques de multiples disciplines faisant référence à cette notion, aucune définition reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique travaillant sur cette question ne soit proposée. Sociologue, économiste, gestionnaire,

urbaniste, planificateur, géographe, etc., chacun se réfère à son univers scientifique et adopte une vision qui lui est propre. Par ailleurs, l'aménagement du territoire semble être une notion essentiellement française directement liée à l'action des pouvoirs publics. En Allemagne, on parle plutôt de « développement spatial », et dans le monde anglo-saxon, de « planification régionale ». Selon Roger Brunet, l'aménagement du territoire « désigne l'action d'une collectivité sur son territoire et le résultat de cette action » [Brunet, 1992, p. 29]. Cette notion est systématiquement associée aux politiques d'aménagement du territoire. Celles-ci visent, selon Jean François Drevet, « une mise en valeur des territoires, une réduction des disparités et une adaptation aux mutations économiques », quel que soit leur champ d'application [Drevet, 1995, p. 15]. Le ministère de l'intérieur définit la politique d'aménagement du territoire comme s'attachant :

« à détecter, mettre en valeur et soutenir les atouts de chacun de nos territoires. Elle répond aussi à une volonté de solidarité nationale en faveur des territoires les plus en difficulté. L'Etat encourage les acteurs les plus dynamiques à développer leurs points forts et leurs complémentarités, à améliorer leur organisation collective, et à renforcer leurs stratégies de développement économique et de recherche afin d'ouvrir de nouvelles perspectives de croissance, d'emploi et de bien-être au service des territoires et des populations qui y vivent. La promotion des pôles de compétitivité en constitue un bon exemple. Cette orientation est complétée, au nom de la solidarité nationale et de l'égalité des chances, d'une politique active de cohésion économique et sociale au profit des territoires ruraux par la valorisation de leurs atouts propres et le renforcement de leur attractivité. Elle est illustrée, parmi de nombreux exemples, par la politique des pôles d'excellence rurale. Elle s'attache également à aider les territoires qui cumulent les handicaps structurels ou ceux qui se trouvent confrontés à des situations de crises industrielles. Elle s'intéresse aussi au développement, dans les quartiers urbains en difficulté, d'une stratégie de développement de l'activité économique et de l'emploi, portée par des acteurs de terrain motivés et une vision d'ensemble des équilibres d'une agglomération. Au service de ces trois objectifs, une politique vigoureuse d'aménagement numérique du territoire vise à offrir à tous les français l'accès au téléphone mobile, à l'internet haut-débit et à la télévision numérique terrestre. Enfin, la politique d'aménagement du territoire est indissociable de la conduite de grands projets emblématiques et structurants pour les territoires, comme le rétablissement du caractère maritime du mont Saint Michel qui a été relancé en 2006. ».

On retrouve dans cette définition de la politique d'aménagement du territoire de la France, dont les mécanismes et les spécificités seront détaillées dans le chapitre 5 de la seconde partie, bon nombre d'aspects qui font l'objet de recherches dans les domaines de la géographie politique et humaine, de l'économie, de la sociologie, de l'urbanisme, de l'aménagement de l'espace ou encore des sciences politiques et dont les mots clés sont, en partie, les suivants : échelles d'action, développement local vs développement global, compétitivité des territoires, dynamiques territoriales, gouvernance, restructuration territoriale, rural/urbain, ville/quartier, dynamique de proximités, etc.). Ces travaux se caractérisent selon deux approches principales. La première relève de la question des politiques publiques et la seconde des acteurs. Dans le cadre de ce travail, nous allons démontrer que l'écologie industrielle constitue une stratégie d'aménagement du territoire relevant simultanément de ces deux approches. Ces aspects seront davantage détaillés dans la seconde partie de ce mémoire.

2.3.2. Présentation des systèmes productifs localisés

Systèmes productifs localisés, districts industriels ou clusters, nombreux sont les auteurs qui s'accordent à dire que la mise en œuvre de ces formes d'organisation industrielle vient en réponse aux problèmes d'ordre macroéconomique rencontrés par la crise du fordisme des années 1980 **[Guigou, 2001]**, tels que l'avaient imaginé Piore et Sabel **[Piore, 1989]**. La littérature à ce sujet est très nombreuse. Cette notion puise ses origines dans le district industriel italien, dont les fondements théoriques ont été étudiés en premier lieu par Alfred Marshall **[Marshall, 1919]** puis par des économistes italiens tels que Bagnasco (1977), Beccattini (1979, 1987) Brusco (1982), Garofoli (1981, 1983 a) et Fùa et Zacchia (1985), selon l'analyse de C. Courlet **[Courlet, 2001a]**. Cette forme d'organisation industrielle diffère considérablement de celle de la grande entreprise et a toujours été présente à ses côtés sur la scène de l'industrialisation, jouant un rôle plus ou moins important **[Piore, 1989]**. Cet aspect sera abordé dans le chapitre 5 au travers de l'histoire de l'industrialisation de la France. La question qui nous intéresse ici est de comprendre comment s'organisent les systèmes productifs locaux, quels sont leurs particularités en matière de fonctionnement et quels sont leurs avantages en termes d'aménagement du territoire.

Quel que soit son appellation, cette forme d'organisation industrielle se présente comme un regroupement d'entreprises, proches géographiquement, constituant un réseau au sein d'un territoire bien défini, à l'intérieur duquel il existe des relations

particulières de coopération entre les entreprises, ainsi qu’avec la communauté locale. Les nombreuses études menées par des sociologues, géographes et économistes, tels que F. Vidal **[Vidal, 1999]** ont montré que ces organisations industrielles pouvaient être aussi concurrentielles que les grandes entreprises, malgré les économies d’échelle réalisées par ces dernières. Ils expliquent cela par la présence de dynamiques spécifiques générées grâce aux caractéristiques sociologiques et culturelles de ces espaces.

Avant de présenter ces spécificités plus en détails, existe-t-il une différence entre district industriel, système productif localisé et cluster ?

Les districts industriels

Cette forme d’organisation fait référence aux districts industriels italiens très répandus, notamment, dans la troisième Italie (Italie du Nord). On retrouve le concept marshallien de district industriel observé dans les années 1920 au Royaume-Uni dont l’exemple le plus célèbre est la Coutellerie de Sheffield **[Marshall, 1919]**. Les districts industriels se caractérisent par la concentration de petites et moyennes entreprises (PME), voire de très petites entreprises (TPE) plus ou moins intégrées dans le même secteur d’activité, de telle sorte qu’il existe une sorte de division du travail entre les entreprises. Le mode de fonctionnement des districts industriels s’articule autour du marché et des relations de coopération. Le marché régule le fonctionnement global du district industriel par le jeu de l’offre et de la demande, comme si il formait une sorte d’entreprise unique « sans mur » **[Courlet, 2001a]** face à la concurrence extérieure. L’existence de relations de coordination entre les entreprises d’un district, basées sur la réciprocité et le marché **[Courlet, 2001b, cité in Pecqueur, 2006]**, régule le fonctionnement interne des districts industriels. Elles se traduisent par des échanges principalement non marchands (information, technologies, main d’œuvre, services gratuits, etc.) et résultent de la confiance qui existe entre les acteurs qui partagent, au sein de cette organisation productive, des règles et valeurs communes. Celles-ci peuvent être de nature historique, culturelle (notamment une culture professionnelle partagée du fait d’appartenir au même secteur d’activité) ou encore familiale. Becattini **[Beccatini, 1992]** définit ainsi le district industriel comme « *une entité socio-territoriale caractérisée par la présence active d’une communauté de personnes et d’une population d’entreprises dans un espace géographique et historique donné.* ». L’une des particularités des districts industriels est que les entreprises entretiennent entre elles des relations basées sur la coopération tout en étant concurrentes. B. Pecqueur **[Pecqueur, 2006]** illustre cet extraordinaire paradoxe qui finalement constitue l’un des facteurs clés permettant à ce type d’organisation productive d’être compétitive face aux

grandes entreprises, comme nous le verrons plus loin, grâce à l'exemple des plasturgistes d'Oyonnax qui coopéraient dans l'échange de techniques et savoir-faire mais qui se trouvaient en situation de concurrence les unes par rapport aux autres face aux clients [Raveyre, 1984]. Dans les travaux de Bénédicte Serrate présentés lors des quatrièmes journées de la proximité, à Marseille [Serrate, 2004], celle-ci souligne, à partir de travaux de El Oualidi et Vaesken, que l'organisation des entreprises en district industriel permet de générer une dynamique de prise de risque collectif et de solidarité. Les chefs d'entreprises se sentent plus forts en raison de leur regroupement et semblent plus confiant quant à l'incertitude à laquelle ils ont à faire face.

Les systèmes productifs localisés (SPL)

La notion de système productif localisé découle de celle du district industriel. Le SPL présente cependant des caractéristiques moins spécifiques que les districts industriels du point de vue de leur structure. En effet, les entreprises qui le composent n'appartiennent pas forcément au même secteur d'activité mais elles entretiennent des relations qui vont au-delà de la sous-traitance traditionnelle [Courlet, 2001a]. Les SPL ne sont pas uniquement constitués de PME et TPE mais peuvent également intégrer de grandes entreprises. Enfin, son système de régulation interne repose sur des règles et valeurs partagées mais celles-ci ne reposent ni sur l'identité familiale, ni sur l'appartenance à un même secteur d'activité.

Les clusters

La notion de cluster est la traduction anglo-saxonne des districts industriels, définie plus précisément par Porter [Porter, 2000, cité in Pecqueur, 2006 p. 21] comme suit : « *a cluster is a geographically proximate group of interconnected companies and associated institutions in a particular field, linked by commonalities and complementarities. The geographic scope of a cluster can range from a single city or state to a country or even a group of neighboring countries* ». Cette notion est relativement floue tant au niveau de l'échelle géographique à laquelle il se déploie que du type d'acteurs concernés et de leur secteur d'activité. A partir des réflexions de D. Mac Cormick [Mac Cormick, 2003] et H. Schmitz [Schmitz, 1995], B. Pecqueur considère que le cluster serait « *un mode d'organisation pertinent de l'industrie pour les pays du sud* » [Pecqueur, 2006, p.21].

Dans le cadre de ce travail, et au vu de ce qui vient d'être présenté, nous retiendrons le terme de système productif localisé pour désigner cette forme particulière d'organisation industrielle car celui-ci nous semble être le mieux adapté à l'analyse que

nous souhaitons mener ensuite et qui vise à identifier des similitudes entre cette forme d'organisation productive et une symbiose industrielle. La notion de district industriel nous semble en effet trop restrictive et celle de cluster, trop large.

2.3.3. SPL : une stratégie d'aménagement du territoire

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les SPL parviennent à rester compétitifs face aux grandes entreprises, malgré des économies d'échelle réalisées par ces dernières. Les raisons sont multiples mais peuvent être classées en deux catégories : la première fait référence à la nature de l'activité des SPL et la seconde aux dynamiques spécifiques inhérentes à l'organisation des acteurs et aux caractéristiques sociales et culturelles des SPL.

Concernant la première catégorie, les SPL, et plus encore les districts industriels, sont considérés comme des systèmes de production flexible [Courlet, 2001a]. La flexibilité repose sur la petite taille des unités de production et sur la densité des relations existant entre elles, permettant ainsi aux entreprises de s'adapter rapidement aux évolutions technologiques et aux mouvements des marchés. On parle alors d'« amortisseur de conjoncture » [Guigou, 2001]. Les SPL se trouvent donc particulièrement adaptés pour la fabrication de biens spécifiques qui ne sauraient provenir de grandes firmes produisant des biens standardisés. Les SPL sont donc particulièrement concurrentiels sur des marchés marqués par une importante fragmentation géographique et sociale, ainsi que par une succession rapide des modes ou des innovations [Bertrand, 1986]. Cette caractéristique explique les raisons de la survivance de certains SPL au début du XXe siècle alors que le paradigme technologique dominant encourageait le déploiement de la production de masse [Piore, 1989]. Dans le contexte plus récent de l'économie contemporaine résultant de la crise post-fordiste, les avantages concurrentiels de la flexibilité de ces organisations industrielles semblent justifier non plus leur maintien sur la scène de l'industrialisation mais leur retour. Bernard Pecqueur appelle au recours à l'« *avantage différenciatif* » en lieu et place de l'« *avantage comparatif* » selon le modèle ricardien de l'échange international [Pecqueur, 2006].

Il est en effet devenu difficile aujourd'hui, pour des entreprises, de rester compétitives face à des concurrents qui, grâce à la délocalisation, à technologie égale, présentent des coûts de production beaucoup plus faibles. B. Pecqueur illustre ce phénomène en rapportant les propos de producteurs de chaussures du choletais affirmant que « *leurs concurrents d'Asie du Sud-Est mettaient les chaussures sur le marché français au prix*

où, eux les choletais, achetaient le cuir. ». Cet exemple illustre bien que les limites du recours à « l'avantage comparatif » dans la régulation des échanges internationaux sont atteintes. La solution selon B. Pecqueur réside donc dans le fait de ne pas chercher à rivaliser avec ses concurrents dont les coûts de fabrication sont très faibles, mais d'échapper à cette concurrence en différenciant les produits mis sur le marché de manière à ce qu'ils deviennent plus spécifiques (*avantage différenciatif*). Si l'exemple donné ici illustre comment un SPL s'est adapté, grâce à la flexibilité de son outil de production, à l'évolution conjoncturelle du marché sur lequel il est positionné, celui-ci peut être suivi par d'autres entreprises isolées confrontées aux mêmes difficultés et qui, se mobilisant au sein d'un territoire pour résoudre un problème productif commun, constitueraient ainsi les prémisses d'une forme de SPL.

La seconde caractéristique permettant d'explicitier le caractère compétitif des SPL face aux grandes entreprises réside dans l'organisation des acteurs et dans les caractéristiques sociales et culturelles des SPL, quel que soit le secteur d'activité. La principale caractéristique mise en évidence par Alfred Marshall qui fut le premier à analyser ce phénomène et à tenter d'explicitier le caractère concurrentiel des SPL réside dans la notion d'« économies externes » **[Marshall, 1919]**, appelée aussi « économies d'agglomération » **[Courlet, 2001a]**. Il s'agit des économies d'échelle externes aux entreprises générées grâce à leur proximité géographique et organisationnelle. Ils désignent les avantages que l'environnement physique, social, culturel, politique et économique peut procurer à une entreprise. Ces économies peuvent résulter de prêts d'équipements, d'échange d'informations, de réflexion mutualisée autour de l'amélioration des outils de production, de l'achat mutualisé de matières premières, du transfert de main d'œuvre d'une entreprise à une autre, du partage de services administratifs, etc. La liste n'est pas exhaustive. Il résulte également de ces économies externes la constitution d'une « atmosphère industrielle », toujours selon les termes marshalliens. Celle-ci se définit par le caractère tout à fait exceptionnel des relations de coordination existant entre les acteurs du SPL. Ces relations sont rendues possibles grâce à la constitution de normes sociales partagées issues de l'identité culturelle, historique et éventuellement professionnelle des acteurs. En effet, Becattini a enrichi la notion d'« atmosphère industrielle » par la mise en évidence de l'existence de « *valeurs partagées* » entre les acteurs d'un SPL **[Becattini, 1992]**. Selon lui, il tend à y avoir « *une osmose parfaite entre communauté locale et entreprises* », grâce aux normes sociales construites et partagées par les acteurs, constituant ainsi un mode de gouvernance propre au territoire du SPL. B. Pecqueur démontre la possibilité d'un changement radical de l'action publique

[Levesque, 1998]. D'une politique traditionnelle descendante de l'Etat vers les territoires politico-administratifs, l'action des SPL résulte d'une gouvernance territoriale coordonnée par des acteurs multiples et diversifiés du territoire. Elle conduit au maintien du caractère compétitif des entreprises, et peut favoriser leur ancrage territorial, contribuant ainsi potentiellement au développement local, à condition que la dynamique induite et les ressources mobilisables perdurent lors d'un éventuel départ d'une entreprise impliquée dans un SPL [Colletis, 2004]. Par ailleurs, si le SPL contribue significativement au développement local, il peut constituer un critère d'attractivité et de différenciation du territoire [Colletis, 1999].

Ainsi, la formation de SPL constituant un véritable avantage compétitif pour les entreprises et, potentiellement, un critère d'attractivité pour les territoires, ils contribuent à l'atteinte des objectifs fixés par les politiques d'aménagement du territoire tels que définis par Jean François Drevet. La mise en œuvre de SPL peut donc être véritablement considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire. A ce titre, dans le cadre de sa politique en faveur de l'attractivité des territoires, la DIACT, délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité des territoires, successeur de la DATAR, encourage et soutient financièrement le déploiement de SPL en France (cf. sous-partie 3.3.2 du chapitre 5).

Après avoir explicité les fondements théoriques des systèmes productifs localisés et montré en quoi il s'agit de véritables stratégies d'aménagement du territoire, au vu de leurs conséquences positives en matière de compétitivité des entreprises et d'attractivité des territoires, est-il possible de penser qu'une symbiose industrielle puisse être considérée comme une forme particulière de SPL ?

2.3.4. La symbiose industrielle : une forme particulière de SPL ?

Cette idée a déjà été évoquée dans la littérature scientifique par Boons et Baas [Boons, 1997] et Franck Dominique Vivien [Vivien, 2005]. L'objectif ici est de mettre en évidence les corrélations existantes entre les principales caractéristiques des symbioses industrielles et des SPL.

Des définitions de SPL qui répondent aux principes des symbioses industrielles :

Tout d'abord, de nombreuses définitions des systèmes productifs localisés disponibles dans la littérature scientifique pourraient également être employées à la description des symbioses industrielles. Nous en avons retenu trois. Claude Courlet définit en premier lieu les SPL comme une « *forme typique d'organisation productive territorialisée dans laquelle les relations entre firmes sont régies par un ensemble de normes, implicites ou explicites, alliant règles de marché et code social* ». [Courlet, 2001a, p.22]. Une symbiose industrielle peut également être considérée comme une forme d'organisation productive territorialisée car elle repose sur la mise en œuvre d'échanges de flux de matières et d'énergie entre des entreprises appartenant à un même territoire. Ces échanges sont nécessairement régulés par des règles de marché mais nécessitent également d'autres processus de coordination reposant principalement sur les relations sociales entre les acteurs, que la symbiose industrielle ait été créée grâce à l'existence préalable de ces relations ou que celles-ci résultent de la mise en œuvre de la symbiose. Beccatini précise qu'il s'agit d'une « *entité socio-territoriale caractérisée par la présence active d'une communauté de personnes et d'une population d'entreprises dans un espace géographique et historique donné* » [Beccatini, 1992, cité in Courlet, 2001a, p. 22]. Les symbioses industrielles n'ont de succès que si les entreprises, formant une sorte de communauté au sein de laquelle des flux de matières et d'énergie sont échangés, s'investissent activement dans le développement et la pérennité de ces échanges. De plus, les symbioses industrielles regroupent des entreprises qui, au départ, entretiennent une proximité géographique, voire organisationnelle. Elles partagent l'histoire et la culture de l'espace qu'elles occupent, ce qui, inévitablement les unit. Quant à Salais, il considère que « *le SPL apparaît aussi comme une forme d'organisation économique efficiente et comme lieu de processus économiques collectifs situés* ». [Salais, 1996, cité in Courlet, 2001a, p. 26]. Les échanges de flux de matières et d'énergie mis en œuvre dans le cadre des symbioses sont également des opérations économiques efficientes, en ce sens qu'elles peuvent contribuer au développement local du territoire, à condition que la dynamique reposant sur le bouclage de flux ne disparaisse pas dès lors qu'une entreprise impliquée dans la symbiose cesse ou délocalise ses activités. Pour cela, il est nécessaire de garantir la diversité économique des acteurs d'une part (pour maintenir le bouclage des flux techniquement possible), et l'institutionnalisation de la démarche d'autre part, de manière à ce que celle-ci ne dépende pas uniquement de la volonté et du dynamisme du ou des acteurs l'ayant impulsée.

Des caractéristiques similaires, d'autres différentes :

Les symbioses industrielles et les systèmes productifs locaux présentent de nombreuses similitudes, mais également quelques différences dans leur structure. Ces éléments sont résumés dans le tableau ci-dessous.

| Caractéristiques d'un réseau d'EI | Caractéristiques d'un système productif local [DATAR, 2001] |
|---|--|
| Concentration d'activités économiques | Concentration d'activités économiques |
| Activités intersectorielles | Spécialisation d'activités |
| Sur un territoire donné | Sur un territoire donné |
| L'ensemble des acteurs économiques du territoire considéré (en théorie) | PME- PMI essentiellement (on trouve également des grandes entreprises, des institutions publiques et des organismes de recherche selon le type de SPL) |
| Relation de coopération nécessaire, basée sur la confiance réciproque des acteurs | Relation de coopération nécessaire, basée sur la confiance réciproque des acteurs |
| Flux d'échange essentiellement matériels | Flux d'échange essentiellement immatériels |
| Nécessite une forte mobilisation des entreprises | Nécessite une forte mobilisation des entreprises |
| Nécessite une gouvernance territoriale basée sur des partenariats publics/privés | Nécessite une gouvernance territoriale basée sur des partenariats publics/privés |

Tableau 2 : Comparaison des caractéristiques structurelles des symbioses industrielles et des SPL [Brullot, 2006b].

Les principales différences résident tout d'abord dans la nature de l'activité des entreprises concernées. Si les acteurs d'un SPL appartiennent généralement au même secteur d'activités, les symbioses industrielles sont au contraire constituées d'entreprises intersectorielles. D'ailleurs, plus la diversité des secteurs industriels représentés est importante, plus les chances de trouver des potentialités d'échange de flux de matières et d'énergie est grande. La seconde différence réside dans le type d'acteurs concernés. L'écologie industrielle concerne, en théorie, l'ensemble des acteurs économiques du territoire, même si, effectivement, les symbioses industrielles ne regroupent, dans les faits, que des entreprises. De plus, des acteurs tels que des organismes de recherche ou des institutions publiques peuvent également être impliqués dans certaines formes de SPL. Dans le domaine de l'écologie industrielle, cette catégorie d'acteur est concernée dans la phase de mise en œuvre et dans la

gestion de la symbiose mais n'est pas directement impliquée dans l'échange de flux matériels. Enfin, la dernière différence mise en évidence dans le tableau concerne la nature des flux échangés. Si dans le cadre des SPL, ces derniers sont principalement immatériels (flux financiers, informationnels, transferts de main d'œuvre, partage d'équipements, etc.), les flux échangés dans le cadre des symbioses industrielles sont des flux de matières et d'énergie, donc principalement matériels. Notons cependant que l'atteinte d'un certain degré d'échanges immatériels (quantitatif et qualitatif) est également nécessaire à la création et au maintien des symbioses industrielles. Il s'agit d'échange d'informations et de l'institution d'une relation de confiance entre les acteurs, comme dans le cadre des SPL d'ailleurs. Cependant, ces échanges constituent le préalable nécessaire à la mise en œuvre d'une symbiose industrielle mais ne sont pas au cœur de ce qui la définit.

Des conséquences positives similaires :

Enfin, parmi les avantages générés par les symbioses industrielles, certains le sont également par les SPL [Brulot, 2006b]. Tout d'abord, ces deux formes d'organisation productive renforcent la coopération inter-entreprise, ce qui constitue un avantage compétitif pour les entreprises face à la mondialisation. Dans la littérature dédiée aux SPL, on parle généralement de « complémentarité » [Courlet, 2001a]. Une entreprise impliquée dans une symbiose industrielle appartient à un réseau et crée des liens forts avec le territoire sur lequel elle est implantée. Elle peut accéder à une filière d'élimination de l'un de ses déchets ou d'approvisionnement de l'une de ses ressources particulièrement intéressante d'un point de vue économique. Elle peut également accéder à des services mutualisés avec d'autres entreprises.

Ces avantages constituent les « économies externes » ou « économies d'agglomération » selon les termes de la littérature dédiée aux SPL et explicités précédemment. On parle également de « réciprocité ». Ces avantages contribuent à ancrer l'entreprise sur le territoire et à amoindrir sa tentation de délocaliser son activité. La symbiose industrielle peut constituer un critère d'attractivité pour le territoire [Esty, 1998] car elle offre aux entreprises la possibilité de réaliser des économies d'échelle externes et d'appartenir à un réseau. En déployant leur activité sur un territoire dont la politique d'aménagement est basée sur le principe de l'écologie industrielle, les entreprises disposent de solutions « prêtes à l'emploi » en matière d'approvisionnement et/ou d'élimination de flux, techniquement réalisables et économiquement rentables, ce qui, de plus en plus, constitue un critère de compétitivité autre que celui qui consiste « simplement » à réduire ses coûts de production [Colletis, 2004].

En effet, la demande actuelle des entreprises concernant la localisation de leur implantation est soumise à la prise en compte de facteurs de plus en plus diversifiés, comme le précise Pieter H. Pellenbarg [**Pellenbarg, 2002**]. Selon cet auteur, trois phases distinctes marquant l'évolution de la demande en matière de localisation des entreprises peuvent être identifiées aux Pays-Bas. Aux débuts de l'industrialisation, les critères de sélection des territoires d'implantation se limitaient à la réduction des coûts de transport des matières premières et des coûts de main d'œuvre. A partir de 1950, la baisse du coût de l'énergie aidant, une série de facteurs secondaires peuvent être identifiés et concernent la proximité des clients et des fournisseurs potentiels, la disponibilité de service, et d'une manière générale l'ensemble des bénéfices apportés par le principe de l'agglomération. Enfin, depuis les années 1980 à 1990, la mondialisation ainsi que l'extension géographique des périmètres d'action des entreprises amènent celles-ci à considérer des critères de localisation plus diversifiés tels que la qualité de vie, le développement des transports en communs, les aspects environnementaux, le prestige du site, la culture et l'histoire du territoire, la présence d'infrastructure de recherche, etc. Nous pouvons observer que cette évolution de la demande, en matière de critères de localisation des entreprises, a également eu lieu en France où les entreprises ont connu, elles aussi, une extension géographique de leur périmètre d'action.

SPL et symbiose industrielle sont également des milieux amortisseurs de conjoncture. Celle-ci se traduit, dans le cadre des SPL, par une flexibilité de l'emploi et de l'évolution des outils de production en fonction des fluctuations de l'offre et de la demande [**Guigou, 2001**]. L'appartenance à une symbiose industrielle permet aux entreprises d'anticiper des contraintes, notamment financières, relatives au durcissement des réglementations et à la hausse des coûts de traitement des déchets et d'approvisionnement des ressources.

Pour finir, SPL et symbiose industrielle permettent de créer des milieux innovants. La flexibilité des outils de production des entreprises d'un SPL permet de faciliter l'innovation technologique en fonction de la fluctuation des marchés. Les démarches d'écologie industrielle génèrent également des milieux particulièrement innovants. En premier lieu, le concept de l'écologie industrielle est, par définition, innovant en ce sens qu'il préconise la mise en œuvre d'une stratégie de dématérialisation de l'économie, basée sur le bouclage des flux de matières et d'énergie des entreprises, en s'inspirant du caractère cyclique des écosystèmes naturels, en réponse au fonctionnement linéaire et sectorialisé de notre société industrielle. En second lieu, elle suscite

l'innovation des techniques et procédés car le déchet ou coproduit d'une entreprise peut rarement être utilisé en l'état par un autre procédé industriel. Il nécessite une opération intermédiaire de transformation, et éventuellement au préalable, de collecte et de séparation. Elle peut également amener les entreprises à apporter des innovations à leurs procédés industriels de telle sorte qu'ils puissent intégrer ces matières premières d'un nouveau genre appelées matières premières secondaires ou encore matières résiduelles industrielles. Enfin, la question générale de la réintégration de déchets ou coproduits dans des procédés industriels est également source d'innovation car elle génère de l'activité de recherche. Par exemple, un centre de Transfert Technologique en Ecologie Industrielle (CTTEI) a vu le jour en 1999 à Sorel Tracy dans le but de mener des recherches sur la faisabilité technique de la valorisation des matières résiduelles industrielles.

2.3.5. L'écologie industrielle : une stratégie d'aménagement du territoire

Nous venons de montrer que les principes de l'écologie industrielle présentent bien une dynamique de développement territorial qui peut être considérée comme une forme particulière de système productif localisé. En ce sens, l'écologie industrielle constitue une stratégie innovante en matière d'aménagement du territoire. Celle-ci repose principalement sur une approche par l'organisation des acteurs comme nous allons le voir par la suite, mais nécessite également une approche par les politiques publiques, ce qui n'est pas forcément le cas des SPL. En effet, les SPL se sont généralement constitués sans impulsion particulière des pouvoirs publics, mais pour répondre à des contraintes économiques, liées notamment à la globalisation des marchés, de plus en plus fortes. Si à posteriori les SPL constituent un critère d'attractivité du territoire, dont les collectivités locales peuvent s'emparer de manière à proposer une offre diversifiée de ressources, à destination des entreprises en recherche de territoire d'implantation, l'action des SPL résulte avant tout d'une gouvernance territoriale coordonnée par des acteurs multiples et diversifiés (publics, privés, recherche) et partageant une identité culturelle. Concernant l'écologie industrielle, nous pensons néanmoins que les politiques publiques peuvent jouer un rôle essentiel, tant lors de la création de la symbiose que lors de son maintien dans le temps. Nous parlons ici de partenariats publics-privés dont nous détaillerons les spécificités au cours de la seconde partie.

L'écologie industrielle peut-être appliquée à deux stades de planification différents : l'implantation d'activités nouvelles ou l'amélioration de l'existant.

Implantation d'activités nouvelles

Appliquer les principes de l'écologie industrielle lors de l'implantation de nouvelles activités consiste à sélectionner les entreprises de telle sorte que leurs flux entrants et sortants puissent être échangés ou leur gestion mutualisée. L'objectif est de créer de toute pièce une symbiose industrielle ou un éco-parc. Cette stratégie peut être adoptée ponctuellement dans le cadre de la création d'une zone d'activités nouvelle ou être intégrée de manière plus systématique à la politique de développement économique du territoire tel que dans l'Aube, dans le cadre de l'expérimentation menée à travers le projet COMETHE.

Amélioration de l'existant

Cette stratégie consiste au contraire à optimiser la gestion des flux entrants et sortants d'un groupe d'entreprises en activité sur un territoire, selon les principes de l'écologie industrielle. L'objectif est donc de transformer un système industriel classique en symbiose industrielle. Cette stratégie est plus délicate à mettre en œuvre car elle résulte nécessairement d'une démarche de projet dont l'initiative doit venir à la fois des acteurs publics et des entreprises en présence, comme nous le verrons dans les chapitres suivants. De plus, la transformation de l'existant est plus difficile car elle peut impliquer un investissement plus important de la part des entreprises : modification de leur façon de travailler, de gérer leurs flux, des relations entretenues avec les entreprises voisines et les institutions en présence sur le territoire, soit une transformation potentielle profonde de leurs habitudes.

La stratégie consistant à déployer le concept de l'écologie industrielle sur un territoire en implantant de nouvelles activités semble, à première vue, la plus simple à mettre en œuvre car elle résulte de l'application d'un scénario idéal réunissant toutes les conditions techniques, géographiques et organisationnelles nécessaires à son succès. Pourtant, nous avons pu constater lors de notre travail de recherche bibliographique que le nombre de symbioses industrielles de cette sorte était limité dans le monde, pour des raisons, selon nous, d'ordre méthodologique principalement. Ces aspects seront présentés plus en détails dans le chapitre 3 de cette partie. Par ailleurs, le potentiel de déploiement de cette stratégie est relativement restreint dans les pays déjà fortement industrialisés et présente un intérêt bien plus important dans des pays émergents ou à industrialisation croissante [Erkman, 2004b]. En effet, la création de

synergies d'écologie industrielle est plus aisée si le choix des entreprises implantées sur un territoire est conditionné par leur potentiel en matière d'échange et/ou de mutualisation de flux avec les activités présentes.

Les deux stratégies présentées ci-dessus devront nécessairement être couplées pour tendre vers une transformation en profondeur de la société industrielle. De nombreux projets émergent à travers le monde, mais les résultats ne sont généralement pas à la hauteur des objectifs poursuivis par le principe de l'écologie industrielle, malgré la multiplication des précis méthodologiques et des recommandations issues des retours d'expériences, présentés dans le chapitre 3 [Gibbs, 2007].

3. Exemple de symbiose : la symbiose de Kalundborg

La symbiose de Kalundborg, au Danemark, est l'exemple le plus abouti et le plus remarquable de démarche d'écologie industrielle dans le monde [Erkman, 2004b]. De ce fait, elle constitue un modèle idéal vers lequel bon nombre de praticiens de l'écologie industrielle cherchent à tendre, voire à reproduire. Cependant, cette symbiose a la particularité de ne pas résulter d'une démarche de projet programmée dont l'objectif est de mettre en œuvre les principes de l'écologie industrielle. Cette organisation en réseau s'est constituée sans planification à partir des années 1960 et c'est son analyse en 1989 [Sterr, 2004] qui a permis d'illustrer concrètement le principe de symbiose industrielle, jusqu'alors décrit de manière théorique.

L'objectif de cette sous-partie est de présenter, dans un premier temps, le fonctionnement de la symbiose industrielle de Kalundborg, ainsi que les bénéfices économiques et environnementaux qui en résultent. Dans un second temps, les caractéristiques inhérentes aux spécificités du territoire sur lequel cette symbiose a vu le jour seront mises en évidence.

3.1. Description technique de la symbiose

La symbiose de Kalundborg s'est construite progressivement autour de la municipalité et des quatre principaux industriels. Elle repose sur des échanges bilatéraux de flux de matières et d'énergie de telle sorte que le déchet, coproduit ou surplus énergétique d'un acteur soit utilisé en ressource par un autre. Les 4 principaux industriels sont :

- Asnæsværket : la plus grande centrale électrique à charbon du Danemark,
- Ståhlhydro Refinery : la plus grande raffinerie du Danemark,

- Novo Nordisk : un fabricant de produits pharmaceutiques et d'enzymes,
- Gyproc : un fabricant de panneaux de construction.

La symbiose compte aujourd’hui 25 synergies telles que représentées sur la Figure 5 et concerne principalement l’optimisation de l’utilisation de l’eau (40%), la valorisation des excédents de chaleur (16%) et la réutilisation de déchets et co-produits (44%).

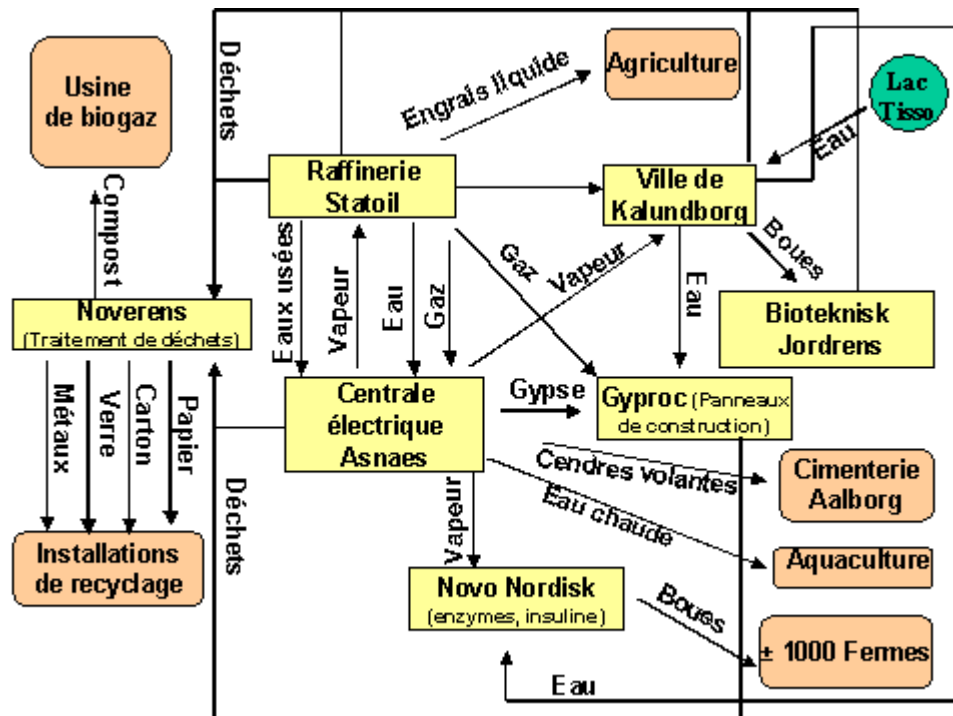


Figure 5 : La symbiose de Kalundborg (Source : Systèmes-Durables).

De nombreux auteurs scientifiques tels que T. Sterr et N. Gertler présentent, de manière agrégée, les bénéfices environnementaux et économiques engendrés par la symbiose de Kalundborg [Sterr, 2004 ; Gertler, 1995 ; Ehrenfeld, 1997b].

Bénéfice environnemental :

Celui-ci se traduit par une réduction de la pression sur le milieu naturel et les stocks de ressources exercée par les entreprises impliquées dans la symbiose. En effet, la réutilisation d'un déchet ou co-produit a un effet positif double. D'une part, le flux se substitue à l'usage d'un produit neuf dont l'impact sur l'environnement généré par sa fabrication, à savoir l'émission de substances nocives dans l'environnement et la consommation de ressources naturelles, est évité. Ainsi, 20 000 t de pétrole sont économisées chaque année grâce à la valorisation des excédents de chaleur, ce qui correspond à une réduction des émissions de dioxyde de soufre dans l'atmosphère de

380 t/an. La consommation en eau des entreprises a également été réduite de 25 %, économisant chaque année 1,9 millions de m³ d'eau souterraine et 1 million de m³ d'eau de surface. D'autre part la réintroduction de flux dans un procédé industriel permet d'en éviter le traitement en tant que déchet. Les volumes annuels des flux ainsi valorisés ne sont pas anecdotiques : 80 000 t de cendres, 200 000 t de gypse, 4000 t de ferraille, 1800 t de verre, etc²⁴

On assiste à une intéressante avancée vers la dématérialisation de l'activité industrielle de ces entreprises, en ce sens qu'elles sont parvenues à réduire leurs quantités de matières et d'énergie consommées, sans pour autant réduire leur volume de production ni leur chiffre d'affaire. Les analyses économiques réalisées à propos de la symbiose de Kalundborg démontrent par ailleurs que les synergies réalisées génèrent de véritables bénéfices.

Bénéfice économique :

La symbiose de Kalundborg n'a pas fait pas l'objet d'un projet de développement spécifique, doté d'un financement propre, à l'encontre des nombreuses démarches visant à déployer le concept de l'écologie industrielle à travers le monde. La mise en œuvre progressive des 25 synergies d'échange de flux de matières et d'énergie n'a pas été motivée par une volonté de réduire l'impact des activités industrielles sur l'environnement, mais par des raisons économiques. Depuis la première synergie mise en œuvre en 1961, les investissements cumulés sont d'environ 75 millions de dollars et génèrent un revenu annuel d'environ 15 millions de dollars en raison des économies de ressources et des traitements de déchets évités. Grâce à ce revenu réparti entre les entreprises impliquées dans la symbiose de Kalundborg, le retour sur investissement est estimé à 5 ans [Orée, 2008].

3.2. Caractéristiques inhérentes au contexte

Le contexte géographique, culturel, politique, économique et organisationnel dans lequel la symbiose de Kalundborg s'est développée est très particulier. L'objectif de cette sous-partie est de présenter les principaux éléments qui le caractérisent.

²⁴ Données relevées sur le site officiel de la symbiose de Kalundborg : www.symbiosis.dk, consulté le 18/09/08.

Contexte géographique :

Kalundborg est une petite ville industrialo-portuaire de 20 000 habitants située à 100 km de Copenhague sur l'île de Zealand. Adossée à un fjord, cette ville présente des frontières bien délimitées et entretient assez peu de relations avec les territoires voisins.

Contexte culturel :

L'ensemble des acteurs impliqués dans la symbiose de Kalundborg vivent également à Kalundborg. Ainsi, même s'ils appartiennent à des secteurs industriels différents, ils partagent la culture de la ville et son histoire, ce qui rend leurs relations naturelles et spontanées.

Contexte organisationnel :

Celui-ci est lié aux caractéristiques géographiques et culturelles présentées ci-dessus. La ville étant de petite taille, les acteurs se connaissent parfaitement bien. Certains entretenaient des relations personnelles, en dehors du travail, bien avant la réalisation de toute étude d'opportunité d'échange de flux. Les premières synergies ont été mises en œuvre entre les entreprises de la zone industrielle de Kalundborg tout d'abord, puis avec d'autres entreprises de la ville, de manière progressive et spontanée. Aucun acteur n'a endossé le rôle d'« entremetteur » ni de « commercial » de l'écologie industrielle. Les 25 synergies ont été négociées et leur faisabilité analysée de manière bilatérale. Depuis peu, la symbiose de Kalundborg s'est institutionnalisée grâce à la création du Center for Industrial Symbiosis dont la mission est de veiller au maintien des synergies mises en œuvre et d'en rechercher de nouvelles.

Contexte économique :

L'objectif des entreprises impliquées dans la symbiose de Kalundborg est de maintenir leur compétitivité dans un environnement aux contraintes croissantes. Les industriels se sont en effet détournés des solutions technologiques traditionnelles, en matière d'approvisionnement en eau et de traitement des déchets, en raison d'une hausse des prix de ces opérations, à l'initiative du gouvernement Danois.

Contexte politique :

Incitation financière et durcissement de la réglementation environnementale sont deux caractéristiques importantes du contexte politique. Elles ont généré un environnement aux contraintes croissantes et dans lequel les entreprises sont restées compétitives

grâce aux échanges de flux de matières et d'énergie. La municipalité est également à l'origine de la première synergie d'écologie industrielle mise en œuvre en 1961, car elle a financé la construction du pipeline acheminant l'eau du lac TISSO jusqu'à la raffinerie, à condition que celle-ci approvisionne ensuite la centrale d'un flux d'eaux usées. C'est à partir de cet accord que la symbiose de Kalundborg est née. La municipalité joue également un rôle essentiel dans le maintien de la rentabilité économique de certaines synergies. Elle s'est par exemple opposée au raccordement de la ville à un réseau national de distribution de gaz naturel, car le prix relativement bas de cette ressource aurait remis en cause la rentabilité économique du réseau de chaleur de la ville alimenté par la centrale à charbon.

L'analyse du contexte culturel, géographique, organisationnel, économique et politique de la symbiose de Kalundborg permet de mettre en évidence un certain nombre de recommandations méthodologiques quant aux conditions préalables favorables à la mise en œuvre de l'écologie industrielle sur un territoire. Ces recommandations sont largement diffusées et suivies par l'ensemble des acteurs souhaitant mener une démarche d'écologie industrielle et seront précisées dans le chapitre suivant.

4. Synthèse du chapitre 2

L'objectif de ce chapitre était de démontrer le caractère territorial de l'écologie industrielle et d'explicitier ce que nous entendons par sa mise en œuvre opérationnelle.

La mise en œuvre de l'écologie industrielle, dans le cadre de ce travail, consiste à créer des symbioses industrielles au sein desquelles les entreprises peuvent s'échanger des flux de matières et d'énergies, les déchets des uns devenant des ressources pour d'autres, ou encore mutualiser la gestion d'un approvisionnement ou de l'élimination d'un déchet. Comme nous l'avons démontré dans ce chapitre, l'écologie industrielle est une approche territoriale qui peut être menée à l'échelle d'une zone d'activités, d'une zone industrielle, d'une ville, d'un département français ou encore d'un espace sans frontière administrative. Notons cependant que si certains acteurs opérationnels de l'écologie industrielle en France parlent « d'écologie territoriale », nous n'utiliserons pas ce vocabulaire dans le cadre de ce travail. En effet, ce terme fait davantage référence à l'application de la mise en œuvre du concept de l'écologie industrielle dans sa définition la plus globale, c'est-à-dire, ne se limitant pas à la création de symbioses.

Le déploiement opérationnel de l'écologie industrielle à travers le monde montre que de nombreuses démarches sont menées à l'échelle d'une zone d'activités ou d'une zone industrielle. Pourtant, le choix de l'échelle de territoire la plus pertinente pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle est difficile à définir. En effet, si la question de l'échelle la plus pertinente pour l'initialisation d'une symbiose industrielle sera discutée plus largement dans la seconde partie, nous avons vu à travers ce chapitre que le processus même de mise en œuvre d'une symbiose conduit à révéler un territoire grâce à la coordination des acteurs impliqués. Celui-ci sera nécessairement à l'intersection d'autres territoires sociaux, politiques, économiques ou encore juridico-administratifs et devra recourir à une forme adaptée de gouvernance territoriale tel que cela sera explicité dans le chapitre 4.

Nous avons également montré, dans ce chapitre, que la mise en œuvre de symbioses industrielles relève véritablement de démarches territoriales. L'écologie industrielle constitue ainsi un mode de développement territorial qui peut être considéré comme une forme particulière de système productif localisé (SPL) et, en ce sens, se présente comme une stratégie innovante en matière d'aménagement du territoire. Elle dispose en effet de nombreuses caractéristiques similaires aux SPL. Les avantages générés par la mise en œuvre d'une symbiose industrielle tant pour le territoire que pour les entreprises sont également des conséquences positives attendues par un SPL. Tous deux renforcent la coopération inter-entreprise, ce qui constitue un avantage compétitif pour les entreprises face à la mondialisation. On parle d' « économies externes », d'« économies d'agglomération » ou encore de « réciprocité » selon les termes empruntés à la littérature dédiée aux SPL. Leur présence sur le territoire peut contribuer au développement local de celui-ci et constituer ainsi un véritable critère d'attractivité. Cet enseignement nous semble important à souligner pour l'objet de nos travaux, à savoir l'élaboration d'un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre de symbioses industrielles. Des recommandations spécifiquement liées au fait que l'écologie industrielle puisse être considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire, et plus précisément comme une forme particulière de SPL seront en effet formulées dans la seconde partie de ce travail.

Certains acteurs opérationnels de l'écologie industrielle en France parlent « d'écologie territoriale ». Mais cette notion fait davantage référence à l'application de la mise en œuvre du concept de l'écologie industrielle dans sa définition la plus globale, c'est-à-dire, ne se limitant pas à la création de symbioses. Elle ne sera donc pas utilisée dans le cadre de ce travail mais présente un réel intérêt par rapport à l'appellation « écologie

industrielle ». Elle insiste en effet davantage sur la notion de territoire, et non sur celle de l'industrie. Or selon une approche sociale de la notion de territoire, celui-ci se matérialise à travers l'action des acteurs qui le composent. Cela permet de mettre en évidence le fait que l'écologie industrielle est avant tout une démarche territoriale, menée sur un espace géographique sur lequel vivent des acteurs partageant ou non, une histoire, une culture, un passé. Ce sont ces acteurs qui vont, au travers d'une symbiose industrielle, décider s'ils vont échanger, ou non, des flux de matières et d'énergie.

Après avoir explicité ce que nous entendions par la mise en œuvre opérationnelle de l'écologie industrielle, et mis en évidence un certain nombre d'enjeux en termes de compétitivité des entreprises, de développement local et d'attractivité des territoires, intéressons-nous à présent, dans le dernier chapitre de cette première partie, à savoir le chapitre 3, aux différents outils méthodologiques disponibles actuellement dans la littérature scientifique de manière à en assurer le déploiement.

Chapitre 3 : Analyse des stratégies et méthodologies de mise en œuvre de symbioses industrielles

| | |
|---|------------|
| 1. Quelles méthodes pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle ? | 110 |
| 1.1. Revue des principales méthodologies disponibles | 111 |
| 1.2. Synthèse méthodologique d'élaboration d'un processus décisionnel de mise en œuvre | 114 |
| 1.2.1. Phase préparatoire | 115 |
| 1.2.2. La phase de collecte des données | 118 |
| 1.2.3. La phase d'analyse des données | 119 |
| 1.2.4. La phase de mise en œuvre des synergies | 122 |
| 1.2.5. La phase d'évaluation | 123 |
| 1.3. Les principales recommandations méthodologiques | 124 |
| 2. Quelle(s) stratégie(s) pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle ? | 134 |
| 2.1. Présentation de la grille de lecture | 134 |
| 2.2. Présentation des projets analysés | 137 |
| 2.2.1. Industrial Ecosystem Development Project (IEDP), en Caroline du Nord, aux Etats-Unis | 139 |
| 2.2.2. Industrial Symbiosis Programme (ISP), à Landskrona, en Suède | 141 |
| 2.2.3. Kwinana Industrial Synergy (KIS), à Kwinana, en Australie | 142 |
| 2.2.4. Burnside Industrial Synergy project, Halifax, Canada | 143 |
| 2.2.5. Inter-industrial Material Flow Management, Rhine-Neckar, Allemagne | 144 |
| 2.2.6. INdustrial EcoSystem Project, port de Rotterdam, Pays-Bas | 145 |
| 2.2.7. Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, France | 146 |
| 2.3. Résultats de l'analyse | 149 |
| 2.3.1. Les acteurs impliqués dans les projets | 149 |
| 2.3.1.1. L'approche de type bottom-up | 155 |
| 2.3.1.2. L'approche de type top-down | 160 |
| 2.3.1.3. L'approche horizontale | 163 |
| 2.3.2. Les territoires et périmètres d'étude | 171 |
| 2.3.3. Des objectifs poursuivis différents pour l'application d'un concept similaire | 176 |
| 3. Synthèse du chapitre 3 | 178 |

Ce troisième chapitre vise à préciser l'apport de ce travail par rapport à l'ensemble des travaux menés dans la communauté scientifique en matière de méthodologie et de stratégie de mise en œuvre de symbioses industrielles. En introduction, il convient tout d'abord de préciser ce que nous entendons par méthodologie et stratégie. La compréhension de la différence entre ces deux notions est en effet essentielle pour la suite de ce travail.

La méthodologie peut être définie comme l'« *ensemble des méthodes et des techniques d'un domaine particulier* » selon le Grand Larousse Universel. Cette notion fait référence à un ensemble de règles ou de démarches à suivre pour mener à bien une action. On peut également parler de méthode ou d'élément méthodologique, au singulier ou au pluriel. Le Grand Larousse Universel définit également la notion de stratégie comme un « *Art de coordonner des actions, de manœuvrer habilement pour atteindre un but* ».

Nous considérons que la méthode est déconnectée de toute stratégie globale, ce qui lui confère un caractère décontextualisé. La stratégie, au contraire, vise à atteindre un but précis, qui, dans notre cas consiste à mettre en œuvre une symbiose industrielle sur un territoire.

Ainsi, dans le cadre de ce travail, nous entendons par « méthode » ou « méthodologie », tout élément permettant de mener une action précise, sans autre objectif que de mener cette action. Il peut s'agir d'un outil ou d'une recommandation. La « stratégie » fait référence à la coordination de l'ensemble des éléments méthodologiques, que nous pouvons considérer comme des moyens, et dont la finalité est de mettre en œuvre une symbiose industrielle.

Dans une première partie, nous présenterons un état de l'art concernant les principaux aspects méthodologiques actuellement disponibles dans la littérature scientifique. Devant le caractère parcellaire mais néanmoins complémentaire de ces éléments, nous proposerons une synthèse méthodologique les regroupant et les ordonnant de manière à réaliser une analyse critique nous permettant, ensuite, d'en définir les limites et de positionner l'apport de notre travail. Dans une seconde partie, nous nous intéresserons à la question de la stratégie de mise en œuvre d'une symbiose industrielle. A travers l'analyse de différentes stratégies déployées dans le cadre d'expérimentations bien connues, nous montrerons qu'il n'existe pas de stratégie « universelle » pour la création d'une symbiose industrielle. Celle-ci est en effet intimement liée au contexte du territoire sur lequel elle se déploie.

1. Quelles méthodes pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle ?

En ce qui concerne la mise en œuvre de symbioses industrielles, les aspects méthodologiques disponibles actuellement dans la littérature scientifique peuvent être classés selon deux catégories :

- Des recommandations issues de retours d'expériences,
- Des recommandations d'ordre normatif concernant des processus décisionnels à mettre en œuvre.

Concernant la seconde catégorie, il s'agit de méthodologies globales permettant de mener à bien un processus de mise en œuvre de l'écologie industrielle qui ont été construites, pour la plupart, pour les besoins spécifiques de la conduite d'un projet. Elles sont néanmoins considérées comme applicables dans n'importe quel pays du monde.

Tout d'abord, les principales méthodologies, telles qu'elles sont déterminées dans la littérature scientifique, seront succinctement présentées. La liste n'est pas exhaustive mais il s'agit des méthodologies les mieux documentées à ce jour. Leurs contenus sont assez similaires. Ils diffèrent principalement dans la structuration des différentes étapes à mener et dans la dénomination de ces étapes. Ils n'en demeurent pas moins complémentaires et constituent, à notre connaissance, la majorité des aspects méthodologiques actuellement disponibles dans la littérature scientifique.

De manière à réaliser un véritable état des lieux des éléments méthodologiques permettant, aujourd'hui, de définir un processus de mise en œuvre de symbioses industrielles, l'ensemble des éléments figurant dans les méthodologies présentées ici, éléments souvent parcellaires, sera regroupé et ordonné sous une forme synthétique afin d'en réaliser une analyse critique nous permettant d'introduire l'apport de notre travail. Les différentes recommandations d'ordre méthodologique que nous avons collectées à travers de multiples papiers présentant des retours d'expériences seront également intégrées à cette synthèse.

1.1. Revue des principales méthodologies disponibles

Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries [Lowe, 2001] :

Réalisé par Ernest A. Lowe pour le compte de la fondation Indigo Development²⁵, ce document a pour objectif de fournir une méthodologie afin de mener à bien un processus de mise en œuvre de l'écologie industrielle destiné aux acteurs en charge du développement économique local des pays d'Asie en voie de développement. Il vise principalement la création de parcs éco-industriels et fournit également des préconisations pour la réhabilitation de zones d'activités existantes selon le principe de l'écologie industrielle.

Procédure de recrutement des entreprises [Lowe, 1997] :

Dans son article qui s'intitule *Creating by-product resource exchanges : strategies for eco-industrial parks*, paru en 1997 dans le Journal of Cleaner Production, Ernest Lowe propose une procédure en huit étapes pour le recrutement des entreprises, dans le cadre de la création d'un parc éco-industriel.

Guide Ecosind de recommandations pour la planification et la gestion des zones industrielles avec l'écologie industrielle [Ecosind, 2006] :

Le projet Ecosind a été financé par l'Union Européenne et mené par le Ministère de l'Environnement et du Logement du Gouvernement Catalan, en Espagne. Ont également participé à ce projet le Gouvernement Régional des Abruzzes et l'Agence Régionale pour la Protection de l'Environnement de Toscane, en Italie, ainsi que le Gouvernement Régional du Péloponnèse, en Grèce. L'objectif de ce projet était de définir les fondements d'une nouvelle stratégie de développement industriel durable dans les régions du sud de l'Europe via le principe de l'écologie industrielle. A l'issue des expérimentations menées dans le cadre de ce projet, un guide pour la gestion territoriale du développement industriel a été élaboré. Celui-ci présente 13 recommandations structurées en deux catégories :

- l'intégration du principe de l'écologie industrielle dans la planification de nouvelles zones d'activités, c'est-à-dire, la création de parcs éco-industriels,
- la transformation de zones industrielles existantes en parcs éco-industriels.

²⁵ Société de conseil spécialisée dans l'application de l'écologie industrielle, www.indigodev.com

Si le terme de « recommandation » est employé dans ce guide, il s'agit davantage de tâches successives à mener dont l'ensemble constitue un processus décisionnel à caractère normatif.

Processus résultant du projet pilote expérimenté dans le Golfe du Mexique [Young, 1999] :

By-product synergy est un projet pilote de recherche de synergies d'écologie industrielle lancé en 1997 à Tampico, au Mexique, par le *Business Council for Sustainable Development for the Gulf of Mexico* (BCSD-GM). Le BCSD-GM réunit des dirigeants d'entreprises des Etats-Unis et du Mexique et vise à promouvoir des stratégies concrètes de mise en œuvre du développement durable dont les résultats sont mesurables. Financé notamment par l'Agence américaine de Protection de l'Environnement (EPA), ce projet avait pour objectif d'expérimenter la recherche et la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle sur un territoire impliquant 21 entreprises, de manière à démontrer les avantages économiques et environnementaux générés par cette stratégie innovante. Un processus générique de mise en œuvre en cinq étapes résulte de cette expérimentation durant laquelle une série de freins et leviers réglementaires, organisationnels et institutionnels ont été mis en évidence.

Processus résultant du projet mené en Caroline du Nord aux Etats-Unis [Kincaid, 2001] :

Industrial Ecosystem Development Project est l'une des applications de l'écologie industrielle les plus reconnues aux Etats-Unis. Initié en 1997 par le Triangle J Council of Government, ce projet avait pour objectif de promouvoir l'économie locale en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels, à savoir, en créant des synergies d'écologie industrielle entre les acteurs du territoire. De 1997 à 1999, le projet a été mené sur un périmètre d'étude comprenant 182 entreprises réparties sur six comtés de l'Etat de Caroline du Nord. Puis de 2000 à 2002, un travail similaire a été réalisé sur huit zones industrielles. En partenariat avec trois universités locales, six organisations de développement économique et l'Agence de la Pollution et de la Protection de l'Environnement de la Caroline du Nord, la première phase de ce projet a été menée selon un processus méthodologique en sept étapes, développé pour les besoins de celui-ci. Ce processus a fait l'objet de publications scientifiques et a fortement inspiré la première phase du projet de mise en œuvre de l'écologie industrielle dans le département de l'Aube. La seconde phase a sensiblement suivi le même processus.

Processus résultant de la mise en œuvre de la symbiose industrielle de Landskrona, en Suède [Mirata, 2004; Mirata, 2005a ; Mirata, 2005b ; Starlander, 2003] :

Le projet de création d'une symbiose industrielle à Landskrona, en Suède, a débuté en 2002 et concerne une vingtaine d'entreprises se trouvant dans un rayon de 4 km. Il a été mené par l'International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) de l'Université de Lund, en partenariat avec les industriels potentiellement concernés par la future symbiose et différents services de la municipalité de Landskrona. Porté par un acteur du milieu de la recherche, ce projet a fait l'objet d'un important travail de réflexion quant au processus méthodologique de déploiement de la démarche qui comprend cinq étapes. Jan-Erik Starlander, Murat Murata et Mikael Backman se sont notamment interrogés sur l'identification des facteurs organisationnels influençant de manière significative la mise en œuvre de réseaux de symbioses industrielles, ainsi que sur l'impact de la structure coordinatrice sur ces facteurs organisationnels [Starlander, 2003].

Processus résultant du projet mené sur la zone industrielle de Kwinana, en Australie [Van Beers, 2005 ; Van Beers, 2007] :

La zone industrielle de Kwinana est dominée par l'industrie lourde. Bon nombre de synergies d'écologie industrielle se sont créées spontanément entre les acteurs économiques de ce territoire depuis plus d'une dizaine d'années. Un projet de recherche de nouvelles synergies a été lancé en 2002 par le Kwinana Industrial Council (KIC), une association regroupant les directeurs de l'ensemble des plus grosses entreprises de la zone, et de la majorité des plus petites. Cette démarche s'inscrit dans un projet de recherche plus global au sein duquel la zone de Kwinana est un territoire d'expérimentation au même titre que deux autres zones industrielles à Glasdone (Australie, Etat de Queensland) et à Prétoria (Afrique du Sud). De ce fait, elle est menée en partenariat avec The Center for Sustainable Resource Processing (CSRP), de l'université de technologie de Curtin, et avec les universités de Queensland et de Prétoria, qui ont défini un processus méthodologique de mise en œuvre comprenant cinq étapes.

| Objectif | Méthodologie |
|--|---|
| Identification des entreprises dans le cadre de la création d'une zone d'activités | Procédure de recrutement des entreprises |
| Mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle sur une zone d'activités (création ou transformation de l'existant) | Guide Ecosind Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing countries |
| Mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle sur une zone d'activités existante | Démarche menée dans le Golfe du Mexique Démarche menée à Kwinana (Australie) |
| Création d'une symbiose industrielle sur un territoire dont l'échelle n'est pas spécifiée | Démarche menée en Caroline du Nord (Etats-Unis) Démarche menée à Landskrona |

Tableau 3 : Synthèse comparative des méthodologies analysées.

Intéressons nous maintenant à ce qu'il est possible de retirer de ces différentes méthodologies. Elles permettent de définir un processus de mise en œuvre de symbioses industrielles, avec des objectifs différents tels qu'ils sont synthétisés dans le tableau ci-dessus. De manière à réaliser une analyse critique de ces éléments méthodologiques au caractère dispersé mais néanmoins complémentaires, nous proposons de les regrouper et de les ordonner dans le sous-chapitre suivant.

1.2. Synthèse méthodologique d'élaboration d'un processus décisionnel de mise en œuvre

La synthèse méthodologique proposée ci-après vise à regrouper les éléments méthodologiques disponibles actuellement dans la littérature scientifique, mais de manière dispersée. Elle est constituée de cinq grandes étapes : phase préparatoire, collecte des données, analyse des données, mise en œuvre des synergies et évaluation. Pour chacune de ces étapes, les aspects relatifs à la création d'un parc éco-industriel seront distingués des aspects relatifs à la transformation d'un système industriel actuel via les principes de l'écologie industrielle.

Le regroupement et l'analyse de l'ensemble de ces éléments méthodologiques fait cependant émerger des questionnements encore sans réponse aujourd'hui du point de vue de la mise en œuvre d'une symbiose, questionnements qui seront abordés dans la suite de ce travail. Cependant, fournir des réponses à ces questions relève, selon nous, davantage de la définition de la stratégie que de l'élaboration de méthodologies. Ces interrogations seront spécifiées au fur et à mesure de la présentation de cette synthèse.

1.2.1. Phase préparatoire

Tout d'abord, la première étape consiste à **constituer une équipe projet** dont le rôle va être de coordonner et d'animer la démarche d'écologie industrielle. Aucune recommandation précise concernant la composition de l'équipe projet idéale n'est disponible dans la littérature scientifique. Certains processus méthodologiques évoqués ci-dessus précisent que celle-ci doit être constituée de l'ensemble des parties prenantes dont la participation est souhaitée [Lowe, 2001 ; Mirata, 2004 ; Kincaid, 2001 ; Mirata, 2005b]. Benoit Duret précise que les rôles de ces acteurs doivent être variés et complémentaires [Duret, 2007]. Gibbs et al. et P. H. Pellenbarg insistent sur la nécessité de réunir à la fois des acteurs privés et publics [Gibbs, 2002 ; Pellenbarg, 2002]. A l'issue d'un retour d'expériences mené auprès de démarches américaines et néerlandaises, Heeres et al ajoutent à cette liste des parties prenantes issues du milieu associatif [Heeres, 2004]. Mais sur quels critères peut-on constituer une équipe projet ? Quelle doit être la proportion d'acteurs publics, privés et associatifs ? Dans le cadre de la création d'un parc éco-industriel, cette tâche peut être confiée à l'équipe de développement et de management du futur parc [Mirata, 2005b]. Dans le cadre d'un projet consistant à améliorer l'existant, la coordination peut être portée par une structure créée spécifiquement ou déjà existante sur le territoire. Dans le premier cas, quelle forme juridique doit avoir cette structure ? Dans le second cas, comment choisir l'organisation à qui confier la coordination et l'animation du projet ?

Enfin, M. Mirata préconise de confier cette mission à un acteur crédible et en qui l'ensemble des parties prenantes a confiance, de manière à créer le contexte social favorable à l'émergence de synergies d'écologie industrielle [Mirata, 2005b]. Pour disposer de ces qualités, celui-ci peut par exemple, avoir mené des actions collectives avec succès dans le passé. Notons, en effet, qu'à l'origine de la symbiose de Kalundborg, l'on trouve une action initiée par la municipalité, ceci dans un pays au sein duquel l'administration publique bénéficie d'un crédit important auprès de l'ensemble des acteurs. Mais comment choisir cet acteur ? Comment l'identifier ? Et surtout selon quels critères le sélectionner ?

M. Mirata préconise [Mirata, 2005b] dès cette première étape de mener une **revue initiale du contexte territorial** de manière à faciliter ensuite le déroulement du projet. Cette étude vise à identifier les éventuelles initiatives politiques et spécificités réglementaires susceptibles de constituer des freins ou des leviers lors du déploiement de synergies d'écologie industrielle. Les besoins et attentes des différents acteurs et

organismes en présence sur le territoire, ainsi que leurs capacités à devenir ressources pour le projet, sont également évalués à ce stade. Enfin, les principaux flux traversant le territoire à l'étude seront estimés, grâce au métabolisme industriel par exemple, de manière à identifier d'éventuels dysfonctionnements susceptibles de constituer les principaux enjeux du territoire. Mais avec quels outils peut-on mener ce diagnostic ? Quel acteur est en mesure de le réaliser ? Et avec quelles ressources financières ?

La définition du **périmètre de l'étude** est également une étape essentielle de la phase préparatoire, à moins que celui-ci ne soit précisé dans les objectifs initiaux du projet. Les recommandations issues des processus méthodologiques concernent principalement la proposition de critères permettant de définir une liste d'entreprises qui seront intégrées au projet [Kincaid, 2001]. On suppose en effet que la zone d'activités, la zone industrielle, la ville, ou plus généralement le territoire sur lequel se déroulera le projet d'écologie industrielle est déjà connu. Le choix du périmètre consiste, dans ce cas, à opter pour une démarche globale impliquant l'ensemble des acteurs du territoire d'étude [Van Beers, 2007], ou une démarche plus modeste impliquant un nombre restreint d'acteurs [Kincaid, 2001]. Mais comment choisir l'une ou l'autre de ces options ? Par ailleurs, peu de recommandations concernant l'échelle de territoire la plus appropriée à la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle ne figurent actuellement dans la littérature scientifique. En effet, selon Thomas Sterr, l'échelle régionale²⁶ semble mieux adaptée à l'identification de synergies d'écologie industrielle qu'une zone industrielle en raison de la présence, plus nombreuse et plus diversifiée, d'acteurs à priori susceptibles de générer de nouvelles coopérations. Cependant la coordination et la création du contexte social favorable à la mise en œuvre de l'écologie industrielle sont plus difficiles sur des territoires plus étendus [Sterr, 2004]. Cet aspect sera abordé dans la suite de ces travaux. Ernest Lowe préconise cependant, lorsque le périmètre de l'étude concerne une zone d'activités, d'intégrer également les entreprises implantées à la périphérie de la zone lors de la recherche de synergies d'écologie industrielle [Lowe, 1997].

Dans le cas de la création d'un éco-parc, il est conseillé dans le guide méthodologique du projet Ecosind [Ecosind, 2006] de mener, au préalable, une évaluation exhaustive du territoire pour aboutir à un choix réfléchi concernant la situation de la future zone d'activités. Ernest Lowe recommande ensuite la focalisation de l'étude autour d'une entreprise centrale dont les flux entrants et sortants sont conséquents, en adoptant une

²⁶ Définition de l'échelle régionale en termes d'aménagement du territoire et de géographie. Il ne s'agit pas d'une région administrative française.

démarche progressive [Lowe, 1997]. La recherche de synergies potentielles concerne ainsi, en premier lieu, l'identification d'échanges de flux entre l'entreprise centrale et d'autres, susceptibles de consommer l'un de ses flux sortants, ou de lui fournir un flux entrant de substitution. Puis, de proche en proche, la recherche de synergies s'étend ensuite aux entreprises nouvellement identifiées pour construire, de manière progressive, un réseau d'écologie industrielle autour d'une entreprise dominante ou pilote.

Une fois que le périmètre de l'étude est défini, tant sur son aspect géographique que sur la définition des acteurs industriels qui le composent, il est du ressort de l'équipe projet de définir les objectifs globaux de la démarche, un plan stratégique de mise en œuvre, d'évaluer les investissements qui seront nécessaires, et le cas échéant, de rechercher les financements qui permettront de mener le projet à bien [Lowe, 2001]. Les subventions peuvent être publiques, privées ou mixtes, comme le soulignent Heeres et al. à l'issue de leur retour d'expériences réalisé sur des projets néerlandais et américains [Heeres, 2004]. L'origine des financements dépend généralement davantage de l'acceptation des organismes privés ou publics à accorder des fonds que d'une volonté délibérée de l'équipe projet de n'avoir recours qu'à des fonds publics, ou privés, ou mixtes dans une proportion bien précise. Cependant, nous pouvons nous poser la question de savoir quelle est la « formule » la plus souhaitable s'il en existe une ?

Une phase de **sensibilisation** doit ensuite être menée. Celle-ci vise principalement à créer le contexte social favorable à l'implication des acteurs dans le projet. Celui-ci se caractérise par l'existence de relations fortes entre les acteurs, basées sur la confiance et se matérialisant par la communication et le partage d'information. Ce contexte facilite l'identification des synergies d'écologie industrielle puis leur mise en œuvre [Lowe, 1997]. Selon T. Sterr, sa création peut être facilitée si une démarche fédératrice a déjà été réalisée dans le passé sur le territoire d'étude, de manière collective et avec succès [Sterr, 2004]. Il peut s'agir de la mise en place d'un Système de Management Environnemental à l'échelle de la zone d'activités, ou encore d'une gestion collective de déchets impliquant plusieurs acteurs concernés par le projet d'écologie industrielle. Le partage d'un passé historique commun à plusieurs acteurs peut également contribuer à la création de ce contexte favorable [Eilering, 2004].

La phase de sensibilisation s'adresse à l'ensemble des acteurs industriels et institutionnels dont la participation au projet est souhaitée [Mirata, 2005b]. Outre la présentation de la démarche d'écologie industrielle, cette étape vise également à

encourager l'échange d'informations entre les acteurs concernés, ainsi que la définition d'objectifs partagés de développement futur et l'identification d'enjeux et de problématiques communes [Mirata, 2004]. Par ailleurs, la stratégie de mise en œuvre et l'ensemble des spécificités relatives au projet doivent être communiqués à l'ensemble des parties prenantes le plus en amont possible. Ces spécificités concernent les difficultés qui pourront être rencontrées et l'impossible présomption quant aux résultats escomptés. La sensibilisation des acteurs peut prendre différentes formes : un séminaire à l'attention de l'ensemble des participants, des rencontres individuelles ou encore des entretiens téléphoniques [Mirata, 2004]. Mais quelle option retenir ? Faut-il utiliser la même méthode quelque soit la catégorie d'acteur à sensibiliser ? Le discours diffusé lors de la sensibilisation doit-il être le même pour tous ? Comment l'adapter ? M. Mirata préconise également de renouveler cette phase de sensibilisation et d'information tout au long du projet pour maintenir un lien fort de communication entre l'équipe coordinatrice et l'ensemble des participants. Ces rencontres deviennent alors l'occasion de fournir des éléments concernant l'avancement des travaux, de créer ou d'entretenir des relations privilégiées avec les acteurs, de manière à les intégrer durablement dans la dynamique du projet.

Concernant la création d'un parc éco-industriel, le guide méthodologique du projet Ecosind [Ecosind, 2006] préconise de mener, au préalable, une analyse du contexte social du territoire sur lequel la zone d'activités sera implantée de manière à élaborer une stratégie de communication permettant l'acceptation de la future zone par l'ensemble des acteurs économiques et sociaux en présence. Ce guide recommande également de réfléchir le plus en amont possible à une organisation de l'espace, sur la future zone d'activités, qui permettra de créer le contexte social favorable à la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle, c'est-à-dire, facilitant la coopération entre les entreprises : proposition de services mutualisés tels que la gestion collective des déchets, création d'un cadre de travail agréable grâce à l'aménagement des espaces verts, par exemple, mise en œuvre d'équipements collectifs tels qu'une cafétéria, un restaurant d'entreprises, une crèche ou encore des salles de réunion. Cette dernière recommandation est également valable pour des projets d'écologie industrielle menés à l'échelle de zones d'activités existantes. Elle est cependant plus difficile à mettre en œuvre, les infrastructures existantes ne permettant pas forcément ces aménagements.

1.2.2. La phase de collecte des données

La collecte des données est une phase importante identifiée en tant que telle dans l'ensemble des processus méthodologiques présentés précédemment. Elle consiste à

identifier les flux entrants et sortants de l'ensemble des activités appartenant au périmètre de l'étude, c'est-à-dire à réaliser le métabolisme industriel des différentes entreprises impliquées dans le projet, de manière à constituer le métabolisme global du territoire. En raison du caractère chronophage de cette étape, certains préconisent à l'équipe coordinatrice de déléguer ce travail à une équipe d'étude dont la mission spécifique est de collecter et capitaliser l'ensemble des données [Lowe, 2001 ; Kincaid, 2001]. Mais de quel type d'acteur doit se composer cette équipe ? Des acteurs institutionnels, un bureau d'étude, des acteurs universitaires ou de la recherche ? La collecte s'effectue généralement grâce au recueil de questionnaires remplis par les entreprises impliquées dans le projet, ainsi que par une visite de ces entreprises [Kincaid, 2001]. Les questionnaires peuvent être envoyés par courrier postal, électronique, ou encore téléchargeables depuis l'Internet [Mirata, 2005b]. Quel doit être le contenu de ces questionnaires ? S'il est demandé aux entreprises de le renseigner elles-mêmes, celui-ci ne doit pas être trop long. Dans ce cas, l'équipe projet risque de ne pas disposer de l'ensemble des données dont elle a besoin pour l'identification des synergies d'écologie industrielle. Ainsi, est-il préférable de collecter un maximum d'informations lors de cette phase ou au contraire de se limiter à un nombre plus restreint de données, au risque de devoir compléter celles-ci en sollicitant à nouveau les entreprises ? Par ailleurs, quel est le meilleur interlocuteur, dans les entreprises, susceptible de fournir les données demandées ? Sont-elles toutes disponibles ? Acceptera-t-il de les communiquer ?

1.2.3. La phase d'analyse des données

Sont regroupées dans cette phase les étapes visant à analyser les données collectées de manière à identifier des synergies d'écologie industrielle, ainsi qu'à étudier leur faisabilité technique, économique et réglementaire.

L'identification des synergies potentielles peut s'effectuer à l'aide d'un outil informatique spécifique comme le soulignent T. Sterr [Sterr, 2004], J. Kincaid [Kincaid, 2001] ou encore C. Adoue qui, dans le cadre de ses travaux de thèse, a élaboré une « Méthodologie d'identification de synergies éco-industrielles réalisables entre entreprises sur le territoire français » [Adoue, 2004a]. De tels outils ont été créés pour les besoins de projets d'écologie industrielle menés à travers le monde. Cyril Adoue distingue deux catégories :

Les outils construits selon une approche systématique :

Ces outils reposent sur la capitalisation de l'ensemble des flux de matières et d'énergie consommés et rejetés par les entreprises appartenant au périmètre de l'étude. Ce sont des bases de données qui peuvent être couplées à un système d'information géographique (SIG), de manière à cartographier les entreprises potentiellement synergiques. Les démarches menées à l'échelle de la Région de Rhine-Neckar, en Allemagne [Sterr, 2004], ainsi que du projet de développement d'un écosystème industriel en Caroline du Nord aux Etats-Unis [Kincaid, 2001] ont eu recours à un outil de cette catégorie.

Les outils construits selon une approche déductive :

Ces outils reposent sur la recherche de synergies à partir de la connaissance des flux virtuellement consommés et rejetés par les différentes entités en présence sur le territoire. Ce sont également des bases de données qui peuvent être couplées à un système d'information géographique, mais les données renseignées sont des flux génériques correspondant à des activités sectorielles. Dans le cadre des projets menés sur la municipalité de Brownsville (Texas, Etats-Unis), ainsi qu'à Devens (Massachusetts, Etats-Unis), Burlington (Vermont, Etats-Unis) et Londonderry (New Hampshire, Etats-Unis), des outils de cette catégorie ont été utilisés. Il s'agit du logiciel Matchmaker, développé par le département R&D de la société Bechtel, et FAST, développé par l'entreprise Industrial Economic Inc [Adoue, 2004a].

Il existe en France un outil unique développé par Cyril Adoue selon l'approche systématique. Il s'agit du logiciel Prestéo© commercialisé par la société Systèmes Durables²⁷. Cet outil offre un soutien méthodologique et technique consacré au recueil des flux générés et consommés par les entreprises participant à un projet d'écologie industrielle, ainsi qu'à l'exploitation de ces données dans le but d'identifier des synergies potentielles de substitution et de mutualisation. Prestéo© est actuellement utilisé dans le cadre des démarches d'écologie industrielle conduites dans le département de l'Aube et dans le dunkerquois, en France, ainsi que par le projet Ecosite mené dans le canton de Genève en Suisse.

Le recours à un outil d'identification de synergies d'écologie industrielle n'est pas obligatoire, mais recommandé en ce sens qu'il facilite l'exploitation des données. Cette recommandation est d'autant plus valable que le nombre d'entreprises concernées, et

²⁷ Pour plus d'informations, consultez le site Internet de Systèmes Durables : www.systemes-durables.com

donc de données à collecter, est important. Dans le cadre des démarches menées en Caroline du Nord par exemple, ainsi que dans la région Rhine-Neckar en Allemagne, ce n'est qu'à partir d'un nombre trop conséquent d'entreprises étudiées que les équipes coordinatrices ont décidé de s'appuyer sur des outils spécifiques. Un retour d'expérience mené sur le territoire de l'Aube montre cependant que si le recours à un outil spécifique engendre des gains en termes de temps passé à l'analyse des données et garantit une plus grande exhaustivité des résultats, il est également possible d'identifier des opportunités d'échange de flux et de mutualisation sans outil **[Dermine, 2004]**.

Dans le cas de la création de parc éco-industriel, l'identification de synergies d'écologie industrielle consiste à orienter la stratégie de commercialisation des parcelles en fonction des besoins et des disponibilités des flux de la zone **[Lowe, 2001 ; Ecosind, 2006]**. Il s'agit par exemple d'identifier des pistes de synergie entre une entité existante et une entité à créer, ou entre deux entités à créer si la zone est totalement vierge. Comme le préconise Cyril Adoue, cette recherche prospective peut être menée grâce à un outil construit selon une approche déductive **[Adoue, 2004a]**.

Lorsque des synergies potentielles d'écologie industrielle sont identifiées, il est ensuite nécessaire d'en **analyser la faisabilité technique, économique et réglementaire**. Les processus méthodologiques décrits dans le point précédent préconisent différentes stratégies pour la réalisation de cette étape. Certains recommandent par exemple d'organiser des groupes de travail thématiques, portant sur les différentes synergies identifiées et réunissant les entreprises concernées, ainsi que des experts techniques **[Kincaid, 2001 ; Mirata, 2005b]**. L'analyse peut aussi être menée par l'équipe coordinatrice du projet **[Van Beers, 2005]**, si celle-ci est principalement constituée d'acteurs de la recherche par exemple. Mais comment choisir l'une ou l'autre de ces options ? Quelles sont les conséquences ? La faisabilité technique d'une synergie repose sur l'adéquation qualitative et quantitative nécessaire entre les caractéristiques du flux rejeté par un procédé industriel et les exigences particulières de l'entreprise susceptible de consommer ce flux. L'étude de la faisabilité économique d'une synergie consiste ensuite à s'assurer que celle-ci permet, à l'ensemble des protagonistes d'un échange de flux ou d'une mutualisation, de réaliser des bénéfices. Enfin, la faisabilité réglementaire de la synergie doit être étudiée. En France, la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ainsi que la définition du statut de déchet, peuvent constituer un frein à la mise en œuvre de synergies

d'écologie industrielle, comme l'explicite Cyril Adoue [Adoue, 2004b]. Pour y remédier, celui-ci explicite dans son rapport de thèse [Adoue, 2004a] « *un certain nombre de pistes susceptibles de limiter les blocages « non désirés » créés par la réglementation* ». Cet aspect sera abordé dans la suite de ces travaux. Par ailleurs, qu'en est-il du bénéfice environnemental de la synergie identifiée ? Existe-t-il réellement ? Comment le mesurer ?

Enfin, lorsque la faisabilité technique, économique et réglementaire d'une synergie est démontrée, Ernest Lowe [Lowe, 1997] préconise d'en renforcer la pérennité en identifiant, le plus tôt possible, des solutions alternatives en cas de retrait de l'un des acteurs concernés par la dite synergie.

1.2.4. La phase de mise en œuvre des synergies

Les démarches d'écologie industrielle sont des processus longs à mettre en œuvre pour deux raisons principales. Tout d'abord, l'ensemble des phases décrites précédemment peut être plus ou moins chronophage selon le périmètre de l'étude et les ressources humaines à disposition du projet. Le temps écoulé entre le lancement de la phase préparatoire et la mise en œuvre des pistes de synergie identifiées peut parfois atteindre plusieurs mois [Young, 1999]. De plus, la création d'un parc éco-industriel ou la transformation, en profondeur, d'un système industriel existant grâce à des stratégies basées sur le principe de l'écologie industrielle se traduit par des actions de long terme. C'est pourquoi certains préconisent de mener, dans un premier temps, des actions à court terme telles que le partage d'équipement ou la mutualisation de gestion de déchets, de manière à catalyser la dynamique du projet et mobiliser les acteurs, tout en poursuivant les travaux nécessaires à la mise en œuvre d'actions à plus long terme [Mirata, 2004 ; Cohen-Rosenthal 1996]. Mais qu'entend-on exactement par court et long terme ? Cette notion est différente selon le point de vue d'une entreprise, d'un chercheur et d'un acteur public en charge du développement économique du territoire, par exemple, ou encore d'un élu local.

Une mise en garde peut cependant être énoncée. Il est important de ne pas perdre de vue les objectifs initiaux d'une démarche d'écologie industrielle, aussi ambitieux soient-ils, consistant à enclencher des transformations en profondeur du système industriel par la création d'une symbiose industrielle. Cette dérive présenterait un double effet négatif : les objectifs du projet ne seraient pas atteints, la démarche se limitant à des prémices ; les acteurs impliqués dans la démarche risqueraient d'être déçus, de se démobiliser et de développer un sentiment de scepticisme à l'égard de futures démarches visant un développement durable de leurs activités.

La mise en œuvre des synergies dont la faisabilité technique, économique et environnementale a été démontrée, relève généralement des acteurs économiques directement concernés ou des acteurs en charge du développement économique du territoire. Cependant, elle peut être facilitée si la négociation entre les partenaires de l'échange de flux ou de la mutualisation est accompagnée par l'équipe coordinatrice du projet **[Kincaid, 2001]**. Mais comment se traduit concrètement l'implication de ces acteurs ? Quel est le rôle de chacun ? Quelles peuvent être les conséquences sur la pérennité de la symbiose ? D'ailleurs, à quel moment l'équipe coordinatrice du projet doit-elle « se retirer » de manière à ce que la symbiose industrielle évolue par elle-même ?

1.2.5. La phase d'évaluation

Assez peu de recommandations concernant l'évaluation des performances des démarches d'écologie industrielle ne figurent dans la littérature scientifique **[Chertow, 2004]**. Pourtant nombreux sont les auteurs conscients de la nécessité de cette étape. Ernest Lowe, par exemple, préconise de mesurer les progrès réalisés au fur et à mesure de l'avancement du projet de manière à réviser les objectifs initialement fixés **[Lowe, 2001]** mais ne fournit pas d'indicateur d'évaluation spécifique. Le guide méthodologique élaboré dans le cadre du projet Ecosind **[Ecosind, 2006]** prévoit, dans son processus, une étape consistant à planifier l'élaboration d'outils de suivi des démarches menées et propose, pour cela, une liste d'indicateurs. Celle-ci contient des indicateurs « classiques » dédiés à la qualification de la zone d'activités, auxquels ont été ajoutés d'autres indicateurs permettant de mesurer les performances de la symbiose industrielle tels que le pourcentage de déchets réutilisés par des entreprises de la zone, le pourcentage de déchets stockés en centre d'enfouissement et subissant un traitement spécifique, le débit d'eau réutilisée, le nombre de coopérations entre entreprises, etc. On retrouve des indicateurs similaires dans l'évaluation des performances de la symbiose de Landskrona, **[Starlander, 2003]** à savoir : la quantité de ressources consommées, de déchets générés et de substances polluantes émises. Cependant, ces indicateurs ne permettent de mesurer que les performances environnementales des synergies d'écologie industrielle. Qu'en est-il des performances économiques des entreprises, de l'amélioration de leur compétitivité grâce à l'intégration d'un tel réseau, du bénéfice de ces démarches pour les territoires sur lesquels elles sont mise en œuvre, notamment en matière d'attractivité ? A notre connaissance, ces éléments ne sont actuellement pas mesurés. Nous pouvons d'ailleurs nous demander sur quel critère ils peuvent être analysés.

1.3. Les principales recommandations méthodologiques

De manière à compléter la synthèse méthodologique proposée ci-dessus, trois principales recommandations peuvent être énoncées. La première concerne l'influence des facteurs organisationnels sur la création du contexte social favorable, évoqué précédemment et favorisant le succès d'une démarche d'écologie industrielle. La seconde évoque les différentes formes d'implication des acteurs publics et leur impact. La troisième précise la nécessaire pérennisation des démarches au-delà du simple projet borné dans le temps.

- **Les facteurs organisationnels**

Des retours d'expériences concernant des démarches d'écologie industrielle menées aux Etats-Unis et en Europe mettent en évidence l'importance du niveau de coopération, en termes de qualité et d'intensité, entre les acteurs en présence sur le territoire d'étude, qu'ils soient publics ou privés **[Gibbs, 2002 ; Heeres, 2004]**. La nature de leurs relations est déterminante. Celle-ci doit être basée sur la confiance et le respect des intérêts de chacun. Murat Mirata considère que le facteur humain et organisationnel constitue un levier essentiel dans la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle **[Mirata, 2005b]**. A l'inverse, elle estime qu'un grand nombre de synergies dont la rentabilité économique et la faisabilité technique ont été démontrées dans différents projets à travers le monde, tels qu'en Caroline du Nord, aux Etats-Unis ou sur le port de Rotterdam aux Pays-Bas, n'ont pas été mises en œuvre en raison d'un contexte organisationnel défavorable. De nombreux autres scientifiques partagent ce point de vue comme en témoignent les propos de Cohen-Rosenthal **[Cohen-Rosenthal, 2000, cité in Mirata, 2005, p 67]** :

“Knowledge of kinds of waste streams can provide a means to determine potential linkages. But this does not link them; decisions by people do. Turning wasted materials into potential new enterprises is an elegant idea. But enterprises are started by entrepreneurs, no printouts. Computerized linkages can provide information and computer models can illustrate possibilities, but the best they can do is stimulate imagination, not bringing about the connections.”

J. Christensen, ancien manager de l'entreprise Novo Nordisk, impliquée dans la symbiose de Kalundborg, actuellement consultant pour l'Institut de la Symbiose

Industrielle de Kalundborg, précise également, lors de son exposé à l'occasion du Workshop international « Frontiers of Research in Industrial Ecology » qui s'est déroulé à l'université de Lausanne, en Suisse, du 27 novembre au 1^{er} décembre 2006 :

“Systems make it possible, people make it happen!”

Pour conclure, si le contexte relationnel n'est pas favorable à la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle, c'est-à-dire si les acteurs n'entretiennent pas de relations basées sur la confiance et la communication, il est nécessaire de le créer. Mais sur quels critères peut-on considérer que le contexte est favorable ou ne l'est pas ? Comment l'évaluer ? Et comment ensuite le faire évoluer ? Ces questions seront abordées dans la suite de ces travaux.

- **L'implication et l'impact des acteurs publics**

L'intervention des acteurs publics dans les démarches d'écologie industrielle, à différents stades d'avancement du projet, est nécessaire. Celle-ci peut se traduire par l'incitation politique à l'échelle nationale et/ou locale, le portage du projet lui fournissant l'impulsion nécessaire à son lancement à une échelle plus locale, de la sensibilisation, ou par l'élaboration de politiques publiques incitatives.

Tout d'abord, Pellenbarg considère que l'incitation politique à l'échelle nationale ne constitue pas un pré-requis indispensable à l'émergence de démarches d'écologie industrielle [Pellenbarg, 2002]. Si les Etats-Unis et les Pays-Bas ont favorisé la mise en œuvre de tels projets en inscrivant la stratégie de l'écologie industrielle dans une politique nationale incitative, de laquelle résulte des initiatives de type « top-down », des pays dont l'incitation politique à l'échelle nationale est absente présentent également des démarches intéressantes d'écologie industrielle. Dans ce cas, il s'agit d'initiatives de type « bottom-up » auxquelles Pellenbarg croit davantage. Celles-ci émergent en effet d'acteurs de terrain tels que des résidents à proximité d'une zone industrielle exerçant une pression sur celle-ci, des entreprises soucieuses de leur impact sur l'environnement ou de leur image, ou encore des acteurs publics à l'échelle locale répondant à une demande de leurs administrés. Selon lui, si les acteurs publics ont un rôle à jouer pour favoriser l'émergence de ces stratégies, c'est au niveau local que les enjeux se situent. Un changement d'état d'esprit de la société dans son ensemble est, certes, attendu pour faciliter la mise en œuvre de l'écologie industrielle, mais celui-ci devrait émerger plus aisément des acteurs de terrain, sous l'impulsion

d'acteurs publics locaux conscients de leurs enjeux et intérêts, que d'organismes publics agissant à l'échelle nationale.

Concernant le lancement des initiatives, la plupart des projets analysés par Gibbs et al. aux Etats-Unis et aux Pays Bas **[Gibbs, 2002]**, témoignent de l'intervention d'un acteur public lors des premières phases principalement, de manière à fournir l'impulsion nécessaire à la dynamique du projet.

Enfin, à une étape plus avancée, les acteurs publics peuvent également favoriser le déploiement de stratégies basées sur le principe de l'écologie industrielle par la mise en œuvre de politiques incitatives, à l'échelle nationale ou locale **[Mirata, 2005b]**. Celles-ci peuvent être financières, consistant par exemple à imposer de nouvelles taxes ou à élever les coûts de mise en décharge. Cela a pour effet d'encourager les entreprises à rechercher des solutions alternatives aux traitements de leurs déchets d'une part, et de rendre les synergies potentiellement réalisables rentables économiquement d'autre part. Des campagnes d'information et de sensibilisation aux enjeux du développement durable, à l'impact grandissant des activités industrielles sur l'environnement, ou encore à la nécessité de favoriser le recyclage des déchets et coproduits et le recours aux énergies renouvelables, peuvent également constituer des actions de la part des acteurs publics facilitant l'émergence de démarches d'écologie industrielle. En effet, selon **[Mirata, 2005b]**, il existe une relation évidente entre la maturité et la sensibilité environnementale des entreprises et leur implication dans ces démarches.

- **La pérennisation des démarches d'écologie industrielle**

Les différents processus méthodologiques évoqués précédemment s'inscrivent dans une logique de projet, prévu pour une durée déterminée et pour lequel sont généralement allouées des subventions correspondant à un budget prévisionnel. Cependant les démarches d'écologie industrielle sont des processus à long terme, comme en témoigne le temps de mise en œuvre de la symbiose de Kalundborg qui est de l'ordre de 30 ans. De ce fait, il est important de travailler à la pérennisation des démarches d'écologie industrielle au-delà de la simple durée du projet, qui n'a finalement pour objet que d'initialiser un processus et de créer une dynamique. Sur quel critère peut-on considérer qu'une démarche est pérenne ? Comment mesurer l'efficacité du réseau constitué et le degré de confiance régnant entre ces membres ? Comment qualifier la coordination entre les acteurs et leur capacité à mener des

actions collectives ? Une modification en profondeur des modes de consommation et de production des entreprises s'est-elle produite ? Cette question sera abordée à la suite de ces travaux. La principale recommandation partagée par de nombreux acteurs scientifiques réside dans la consolidation d'une structure d'animation dédiée qui, au-delà du portage et de la coordination au quotidien du projet, devra par la suite continuer à identifier et promouvoir des opportunités d'échange et de mutualisation de flux de manière autonome [Duret, 2007 ; Kincaid, 2001] du point de vue des aspects organisationnels, techniques et financiers.

Le Tableau 4 présente, de manière synthétique, le processus décisionnel global proposé, dans le cadre de ce travail, à partir des principaux éléments méthodologiques disponibles dans la littérature scientifique. Comme nous l'avons évoqué tout au long de la description de ce processus, un certain nombre de questionnements, également restitués dans ce tableau, restent actuellement sans réponse, et cela pour deux raisons. Tout d'abord, nous pouvons observer un manque d'outils spécifiques, en particulier pour la conduite des phases 3 et 4. Cet aspect ne sera pas abordé dans le cadre de ces travaux mais il est important de noter que l'objet du projet COMETHE²⁸ est justement de fournir un certain nombre d'outils permettant, notamment, de collecter les données, d'analyser la faisabilité technico-économique et réglementaire des synergies d'écologie industrielle, d'évaluer leur bénéfice environnemental, et d'analyser les risques inhérents à leur mise en œuvre pour les entreprises et le territoire.

La seconde raison à l'existence de ces nombreuses questions trouve son origine dans le fait que la quasi-totalité des éléments méthodologiques sont totalement décontextualisés et ne sont inscrits dans aucune stratégie. En effet, la littérature scientifique offre aujourd'hui une bonne connaissance de la méthode de mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle mais pas de la stratégie de mise en œuvre. Illustrons cela avec un exemple. Un acteur qui, aujourd'hui, souhaite initier une démarche d'écologie industrielle sur un territoire ne peut y parvenir s'il se contente de suivre le processus décisionnel global proposé ci-dessus. Il se posera inévitablement l'ensemble des questions que nous avons mises en évidence, voir plus. En y apportant des réponses, il établira ce qu'on appelle dans le cadre de ces travaux sa stratégie de mise en œuvre. Le fait qu'une symbiose industrielle puisse être déployée selon une démarche en cinq étapes dont la première est une phase préparatoire qui indique qu'il faut commencer par la création de l'équipe projet relève de la méthodologie de mise en

²⁸ Conception d'outils méthodologiques et d'évaluation pour l'écologie industrielle, projet financé par l'Agence Nationale de la Recherche qui a débuté en janvier 2008 et durera 3 ans. Pour plus d'informations : www.comethe.org

œuvre. La méthodologie précise également que l'équipe projet doit être composée de l'ensemble des parties prenantes du projet et d'acteurs aux rôles variés et complémentaires issus des milieux public, privé et associatif. Constituer l'équipe projet en choisissant des acteurs qui appartiennent au territoire d'étude, tout en respectant ces critères relèvent en revanche de la stratégie de mise en œuvre.

Fort de ce constat, nous pouvons nous demander quelle a été la stratégie suivie dans le cadre de la mise en œuvre de projets d'écologie industrielle. D'ailleurs, existe-t-il une stratégie « universelle » qu'il suffirait de reproduire pour garantir le succès des futures démarches ? Cette question va être abordée dans le point suivant.

| | Eléments méthodologiques | Analyse critique ²⁹ |
|---|---|--|
| Etape 1 : Phase préparatoire | Constituer une équipe projet composée : <ul style="list-style-type: none"> - De l'ensemble des parties prenantes de la démarche - D'acteurs aux rôles variés et complémentaires - D'acteurs publics / privés / associatifs Cette tâche doit être réalisée par : <ul style="list-style-type: none"> - L'équipe de développement et de management du futur parc d'activités (si création) - Une structure existante ou créée à l'occasion (si amélioration de l'existant) - Un acteur crédible en qui les entreprises ont confiance (si création ou amélioration de l'existant) | <ul style="list-style-type: none"> → <i>Comment les identifier ?</i> → <i>Quelle est la composition idéale ?</i> → <i>Qui exactement ? Dans quelle proportion ?</i> → <i>Comment la choisir ? Quel statut juridique lui donner dans le cas d'une création ?</i> → <i>Comment l'identifier ? Sur quel(s) critère(s) peut-on considérer qu'un acteur est crédible ou non ??</i> |
| | Réaliser une revue initiale de territoire | <ul style="list-style-type: none"> → <i>Avec quelles ressources humaines et financières ? Quels outils ?</i> |

²⁹ Si les questions relatives à la constitution de l'équipe projet, à la définition de l'échelle du territoire et à la création du contexte relationnel favorable sont fondamentales et bénéficieront d'une attention particulière dans le cadre de ce travail, les autres éléments constitutifs de la stratégie de mise en œuvre seront également abordés dans le chapitre suivant, mais dans une moindre mesure. Ils devront faire l'objet de recherches complémentaires.

| | Eléments méthodologiques | Analyse critique ²⁹ |
|--|---|---|
| | Définition du périmètre de l'étude pour la recherche de synergies d'écologie industrielle | → <i>On suppose que le territoire sur lequel s'inscrit le périmètre de l'étude est déjà défini (zone d'activités, zone industrielle, ville, département français, etc.) dans les objectifs du projet ? Mais comment choisir cette échelle d'action à priori ?</i> |
| | 3 méthodes proposées : | |
| | - Se focaliser sur les relations entre une entreprise dont les flux sont nombreux et les autres, puis élargir le réseau de proche en proche (si création d'un éco-parc notamment) | → <i>Quelle méthode de définition du périmètre choisir ?</i> |
| | - Ne considérer qu'un nombre limité d'entreprises qu'il faut choisir grâce à des critères (taille, activité, nature des flux, etc.) | → <i>Sur quels critères élaborer la liste d'entreprises qui participeront à l'étude ? Quantitatifs / qualitatifs ?</i> |
| | - S'intéresser à l'ensemble des entreprises du territoire. Elargir l'étude aux entreprises se trouvant à la périphérie du territoire | |
| | Définition des objectifs globaux et d'une stratégie de développement | → <i>Comment ? Quelles sont les options envisageables ?</i> |
| | Recherche de financements | → <i>Comment élaborer le budget du projet ? Financements publics / privés / mixtes ? Dans quelle proportion ?</i> |

| Eléments méthodologiques | Analyse critique ²⁹ |
|---|--|
| <p>Sensibilisation : création d'un contexte relationnel favorable</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auprès de l'ensemble des acteurs industriels et institutionnels dont la participation au projet est souhaitée - Différentes formes de sensibilisation possibles : le séminaire, les entretiens téléphoniques ou encore les entretiens individuels - A réaliser le plus tôt possible <p>Si création d'un éco-parc : élaborer une stratégie de communication après avoir réalisé une analyse du contexte social du territoire pour l'acceptation de la future zone par l'ensemble des acteurs</p> | <p>→ <i>Sur quels critères peut-on considérer que le contexte est favorable ou ne l'est pas ? Comment l'évaluer ? Et comment ensuite le rendre favorable ?</i></p> <p>→ <i>Comment les identifier ? Comment savoir si la participation d'un acteur est « souhaitée » ? Selon quels critères ? et surtout, souhaitée par qui ?</i></p> <p>→ <i>Quelle option choisir ? Faut-il sensibiliser tous les acteurs en même temps ? Selon le même procédé ? Avec le même discours ?</i></p> <p>→ <i>Faut-il attendre que les acteurs disposent d'une légère connaissance du projet pour que la sensibilisation soit plus efficace et aboutisse à la définition d'objectifs communs ?</i></p> <p><i>Dans ce cas, comment leur fournir les premières informations préalables ? Par la presse ?</i></p> |
| <p>Si création d'un éco-parc : réfléchir à l'organisation de l'espace le plus en amont possible pour favoriser les échanges au sein de la future zone (espaces collectifs et services mutualisés)</p> | <p><i>Quels aménagements prévoir si le terrain n'est pas encore commercialisé ?</i></p> <p><i>Comment connaître les besoins des futures entreprises ?</i></p> |

| | Eléments méthodologiques | Analyse critique ²⁹ |
|---------------------------------------|---|--|
| Phase 2 : Collecte des données | <p>Réalisation du métabolisme industriel des entreprises appartenant au périmètre d'étude</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par l'équipe coordinatrice du projet ou une équipe dédiée à cette tâche - Via une visite d'entreprise et un questionnaire qui peut être téléchargeable, envoyé par courrier postal ou électronique, ou distribué en main propre lors de la visite. | <p>→ <i>Comment choisir l'une de ces deux options ?</i> <i>Quel type d'acteur peut intervenir dans l'équipe dédiée à la collecte ?</i></p> <p>→ <i>Quelles informations sont demandées dans ce questionnaire ?</i> <i>Doit-il être exhaustif ou non ? Le questionnaire doit-il être rempli par l'entreprise directement ?</i> <i>Quel est le meilleur interlocuteur de l'entreprise susceptible de fournir les informations demandées ?</i> <i>Acceptera-t-il de les communiquer ?</i></p> |
| Phase 3 : Analyse des données | <p>Identification des synergies potentielles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le recours à un outil informatique spécifique est recommandé. Deux catégories existent : les outils construits selon une approche systématique et ceux construits selon une approche déductive - Si création d'un éco-parc, l'identification de synergies consistent à orienter la stratégie de commercialisation des parcelles en fonction des besoins et disponibilités des flux de la zone | <p>→ <i>Comment choisir l'outil le mieux adapté au projet ?</i> <i>Est-il préférable d'avoir recours à un outil commercialisé au risque que celui-ci ne répondent pas totalement aux besoins du projet ou faut-il simplement développer une base de données permettant de capitaliser les informations et de les analyser ?</i></p> |
| | <p>Analyse de la faisabilité technique, économique et réglementaire des synergies identifiées</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par l'organisation de groupes de travail thématiques auxquels participent les entreprises concernées et des acteurs compétents dans le domaine de la synergie ou par l'équipe coordinatrice du projet - Recherche de solutions techniques alternatives pour assurer la pérennité des synergies identifiées | <p>→ <i>Et le bénéfice environnemental de la synergie ?</i></p> <p>→ <i>Avec quels outils ?</i> <i>Quelle méthode choisir ? quelles sont les conséquences ?</i></p> |

| | Eléments méthodologiques | Analyse critique ²⁹ |
|---|---|--|
| Phase 4 : la mise en œuvre des synergies | <p>Mener des actions à court terme pour catalyser la dynamique de projet et mobiliser les acteurs tout en continuant à travailler sur les synergies à plus long terme.</p> <p>Les synergies doivent être mises en œuvre par les acteurs concernés ou les acteurs en charge du développement économique du territoire. Ils peuvent être également accompagnés de l'équipe coordinatrice du projet.</p> | <p>→ <i>Qu'entend-on par court et long terme ? Cette notion est différente selon le point de vue d'une entreprise, d'un chercheur et d'un acteur public en charge du développement économique du territoire par exemple ou un élu local.</i></p> <p>→ <i>Comment se traduit concrètement l'implication de ces acteurs ? Quel est le rôle de chacun ? Quelles peuvent être les conséquences ?</i></p> <p><i>A quel moment l'équipe coordinatrice du projet doit-elle « se retirer » de manière à ce que la symbiose industrielle soit pérenne et évolue par elle-même ?</i></p> |
| Phase 5 : phase d'évaluation | <p>Mesurer les progrès au fur et à mesure de l'avancement du projet.</p> <p>Seuls des indicateurs de performance environnementale de la symbiose sont actuellement disponibles</p> | <p>→ <i>Comment mesurer les performances économiques pour les entreprises et le territoire ?</i></p> <p><i>Comment mesurer la contribution de la symbiose à l'amélioration de l'attractivité du territoire ? Quel bénéfice d'ailleurs pour le territoire ?</i></p> <p><i>Selon quels critères peut-on considérer qu'une démarche d'écologie industrielle est pérenne ?</i></p> |

Tableau 4 : Synthèse méthodologique et analyse critique.

2. Quelle(s) stratégie(s) pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle ?

Cette partie du présent chapitre vise à analyser la stratégie de mise en œuvre de différentes démarches d'écologie industrielle menées à travers le monde. Cette analyse a été réalisée à partir d'une grille de lecture que nous avons construite en fonction des besoins de notre travail et qui sera explicitée dans la première sous-partie. Les études de cas retenues seront présentées dans la seconde sous-partie. Enfin, Les résultats de cette analyse seront restitués.

2.1. Présentation de la grille de lecture

La grille de lecture présentée ci-dessous vise à mettre en évidence la stratégie déployée pour la mise en œuvre des différentes démarches d'écologie industrielle étudiées et de les comparer. Par ailleurs, nous pensons que celle-ci est directement liée au contexte du territoire sur lequel un projet émerge. Ainsi, de manière à comprendre ce lien entre le territoire et la stratégie déployée, la grille de lecture que nous avons définie a également permis d'analyser le contexte des territoires sur lesquels les projets ont été déployés.

| | Catégories à étudier | Objectifs de l'analyse | Repères |
|-----------------------------|---------------------------------|--|--|
| Caractérisation des acteurs | Initiateur du projet | Identifier l'acteur initiateur, c'est-à-dire celui qui en est à l'origine. | <ul style="list-style-type: none"> - Acteur public, privé ou associatif, - Importance de l'acteur sur le territoire (légitimité, pouvoir politique, économique, institutionnel et relationnel). |
| | Porteur du projet | Identifier l'acteur porteur du projet, il peut être différent de celui qui est à son origine. | <ul style="list-style-type: none"> - Acteur public, privé ou associatif, - Importance de l'acteur sur le territoire (légitimité, pouvoir politique, économique, institutionnel et relationnel). |
| | Acteur coordinateur | Identifier l'acteur coordinateur du projet. Il peut être différent de l'acteur initiateur et du porteur. | <ul style="list-style-type: none"> - Acteur public, privé ou associatif, - Importance de l'acteur sur le territoire (légitimité, pouvoir politique, économique, institutionnel et relationnel). |
| | Acteur(s) opérationnel(s) | Identifier l'acteur(s) opérationnel(s) du projet, c'est-à-dire celui (ceux) qui réalise(nt) la collecte de données, les études de faisabilités des synergies, etc. | <ul style="list-style-type: none"> - Acteur public, privé ou associatif, - Importance de l'acteur sur le territoire (légitimité, pouvoir politique, économique, institutionnel et relationnel). |
| | Acteur(s) financeur(s) | Identifier l'acteur(s) qui finance(nt) le projet. | <ul style="list-style-type: none"> - Acteur public, privé ou associatif. |
| Caractérisation du projet | Territoire et périmètre d'étude | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier l'échelle du territoire sur lequel le projet est mené, - Identifier le périmètre de l'étude. | <ul style="list-style-type: none"> - Echelle : zone d'activités, zone industrielle, ville, agglomération, etc., - Périmètre : ensemble des entreprises installées sur le territoire ou une partie seulement ? |
| | Objectif | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier l'objectif visé par le projet. | <ul style="list-style-type: none"> - Création d'une symbiose industrielle, - Améliorer la compétitivité des entreprises et l'attractivité du territoire, - Réduction des coûts de traitement des déchets et d'approvisionnement des ressources. |
| | Processus décisionnel | Identifier les principales étapes du processus décisionnel suivi dans les grandes lignes. | <ul style="list-style-type: none"> - Déroulement général du projet, - phase préparatoire : constitution de l'équipe projet et/ou coordinatrice, |

| | Catégories à étudier | Objectifs de l'analyse | Repères |
|-----------------------------|----------------------|---|---|
| | | | <p>diagnostic territorial, définition du périmètre, sensibilisation des acteurs, etc.,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Collecte des données : Par qui et avec quels outils ? - Analyse des données : Recours ou non à un outil spécifique, - Mise en œuvre : par quel processus ? - Evaluation : avec quels outils ? |
| | Résultats | Identification des synergies mises en œuvre et actions réalisées. | / |
| Caractérisation du contexte | Origine du projet | Identifier l'origine du projet et/ou les raisons historiques de sa mise en œuvre. | <ul style="list-style-type: none"> - Poursuite d'une démarche visant à réduire l'impact des activités sur l'environnement, - Poursuite d'une démarche d'écologie industrielle déjà initiée par la mise en œuvre spontanée de synergies, - Démarche de requalification d'une zone industrielle, - Démarche de redynamisation économique d'un territoire. |
| | Contexte économique | Identifier les principales caractéristiques du contexte économique du territoire à l'échelle du projet et à une échelle plus large. | <ul style="list-style-type: none"> - Secteurs d'activités en présence, - Densité industrielle / présence de terrains inoccupés, - Espace rural / urbain, - « Santé » économique du territoire, - Transport : port fluvial ou maritime, voies ferrées et autoroute à proximité ? |
| | Contexte social | Identifier les principales caractéristiques du contexte social du territoire à l'échelle du projet et à une échelle plus large. | <ul style="list-style-type: none"> - Proximité des riverains par rapport au périmètre d'étude, - Taux de chômage. |
| | Contexte politique | Identifier les principales caractéristiques inhérentes aux politiques publiques susceptibles de constituer des leviers ou des freins à la | <ul style="list-style-type: none"> - Incitations réglementaires, - Incitations financières, - Politique d'aménagement du territoire, - Politique environnementale. |

| | Catégories à étudier | Objectifs de l'analyse | Repères |
|--|--|--|--|
| | | démarche d'écologie industrielle, le territoire du projet et à une échelle plus large (régionale voire nationale). | |
| | Contexte environnemental | Identifier les principales caractéristiques environnementales du territoire du projet et à une échelle plus large. | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilité environnementale du territoire, - Présence de zones polluées. |
| | Contexte relationnel | Identifier la qualité des relations entre les acteurs publics, associatifs et privés impliqués dans le projet. | <ul style="list-style-type: none"> - Qualité de la communication, - Niveau de confiance, - Existence de synergies d'écologie industrielle sur le territoire ou de projets résultants d'une action collective. |
| | Sensibilité environnementale des entreprises | Evaluer le niveau de connaissance et de conscience des entreprises à propos de l'impact de leur activité. | <ul style="list-style-type: none"> - Certification ISO 14000, - Politique interne de management environnemental, - Rapport développement durable, - Attitude proactive / défensive. |

Tableau 5 : Grille d'analyse de la stratégie et du contexte territorial des projets analysés.

La grille de lecture a été construite en fonction de la disponibilité des données relatives aux études de cas que nous avons choisies d'analyser. C'est pourquoi l'ensemble des éléments constituant la stratégie de mise en œuvre, ainsi que le contexte territorial, telle que nous les entendons dans le chapitre suivant, ne figurent pas dans cette grille.

2.2. Présentation des projets analysés

La grille de lecture présentée ci-dessus (Tableau 5) a été utilisée pour l'analyse de sept projets d'écologie industrielle menés à travers le monde, à partir de données de seconde main. Ces projets ont été choisis selon trois critères :

- leur niveau de réussite, à savoir la mise en œuvre effective ou l'identification de synergie d'écologie industrielle intéressante, selon leur état d'avancement,
- la nature des informations et données disponibles dans la littérature scientifique, d'un point de vue qualitatif et quantitatif,
- leur localisation dans un pays industrialisé.

En effet, nous cherchons à identifier, si elle existe, une stratégie « universelle » garantissant le succès de la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle, et si celle-ci n'existe pas, à comprendre le lien entre la manière dont les acteurs opérationnels de ces projets ont construit leur propre stratégie et le contexte du territoire sur lequel le projet s'inscrit. Les expériences analysées sont comparables en ce sens qu'elles visent toutes la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle, et cela de manière intentionnelle (par opposition aux initiatives spontanées). De plus, elles ont abouti à l'identification de synergies pertinentes, voire à leur mise en œuvre. Nous verrons dans le chapitre suivant que le critère relatif à la mise en œuvre opérationnelle de partenariats entre entreprises, basés sur l'échange d'un flux ou sur la mutualisation de sa gestion, ne suffit pas à qualifier la démarche de succès. Ce n'est qu'une première étape. Pour être considérée comme un succès, la démarche doit en effet être pérenne. Cependant, pour les besoins de notre travail, nous nous sommes limités, à ce stade de notre travail, à ce premier critère, malgré son caractère minimaliste, de manière à disposer d'un nombre suffisamment significatif d'expériences à analyser. Il pourrait être intéressant d'étudier également les stratégies ayant conduit à l'échec des démarches d'écologie industrielle, en relation avec le contexte du territoire, de manière à enrichir nos propos. Cependant, en raison de la nature des informations dont nous aurions eu besoin pour mener cette analyse et des moyens dont nous disposons, seuls les projets les mieux documentés ont été retenus. On trouve en effet assez peu de publications et de rapports concernant les projets d'écologie industrielle ayant échoué. De plus, une analyse complète du contexte des territoires sur lesquels les projets ont été menés, à partir d'interviews des principaux acteurs, aurait été nécessaire, ce qui n'était pas réalisable dans le cadre de ces travaux. C'est également la raison pour laquelle seuls les éléments de contexte en relation directe avec la mise en œuvre du projet sont relatés à travers la grille de lecture. Certaines informations relatives au contexte politique, économique, environnemental, social ou relationnel n'étaient pas disponibles dans les ressources documentaires utilisées. Nous avons identifié plusieurs raisons à cela. La première consiste à dire qu'aux yeux des auteurs de ces rapports et articles, ces éléments n'avaient eu aucune influence sur le déroulement du projet. La seconde peut s'expliquer par un manque d'information, et la troisième par une lacune méthodologique. Notre analyse est donc incomplète car elle ne repose pas sur la connaissance absolue du contexte territorial des différents projets étudiés, mais suffisante, selon nous, pour les besoins de ces travaux.

Enfin, l'objectif étant de construire un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle à l'échelle d'un territoire français, nous ne nous sommes

intéressés qu'aux démarches menées dans les pays industrialisés de manière à pouvoir, par la suite, établir des similitudes contextuelles.

Les sept projets analysés dans le cadre de notre travail sont les suivants :

- Industrial Ecosystem Development Project (IEDP), en Caroline du Nord, aux Etats-Unis,
- Industrial Symbiosis Programme (ISP), à Landskrona, en Suède,
- Kwinana Industrial Synergy (KIS), à Kwinana, en Australie,
- Burnside Industrial Park, à Halifax, au Canada,
- Inter-Industrial Material Flow Management (IIMFM), dans la Région de la Rhine-Neckar, en Allemagne,
- INdustrial EcoSystem project (INES), sur le port de Rotterdam, aux Pays Bas,
- Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube (CEIA), en France.

L'analyse de ces expériences s'appuie principalement sur des rapports d'études réalisés par les acteurs opérationnels ou les coordinateurs, disponibles via Internet, ou encore sur des articles scientifiques provenant principalement du Journal of Cleaner Production, ainsi que sur le retour d'expériences international réalisé par Benoit Duret en 2002. Elle repose donc principalement sur la comparaison de données de seconde main ce qui génère une incertitude dans l'exactitude des faits relatés. Cependant, en raison des moyens dont nous disposons, nous ne pouvions mener ce travail à partir de données de première main.

Nous avons choisi de ne restituer ici qu'une présentation générale de ces démarches d'écologie industrielle, l'analyse complète de ces dernières figurant en annexe.

2.2.1. Industrial Ecosystem Development Project (IEDP), en

Caroline du Nord, aux Etats-Unis

[Duret, 2007 ; Kincaid, 1999 ; Kincaid, 2001]

Ce projet est l'une des applications de développement éco-industriel les plus reconnues dans le domaine de l'écologie industrielle. Initié par le Triangle J Council of Government en 1997, ce projet vise à promouvoir l'économie locale en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels. A court terme, l'objectif est de réduire les coûts d'élimination des matières résiduelles et des consommations d'énergie. A plus long terme l'objectif est de répondre aux principes de sociétés plus durables. Le projet se caractérise par la mise en œuvre de deux phases successives.

De 1997 à 1999, la recherche de synergies d'écologie industrielle est menée à l'échelle de six comtés de Caroline du Nord, soit d'un territoire d'une surface de 8500 km². Les données relatives à 182 entreprises réparties sur le territoire ont été collectées et analysées. A l'issue de la première année, des opportunités de partenariats ont été identifiées pour 48 % des entreprises impliquées. Trois groupes de travail ont ensuite été formés de manière à réfléchir, collectivement, sur la faisabilité technico-économique de ces opportunités d'échange de flux : le premier regroupait principalement des acteurs de l'industrie pharmaceutique, le second, de l'exploitation du bois, et le troisième était plus hétérogène. A l'issue de la seconde année, douze synergies d'écologie industrielle présentant un réel potentiel de mise en œuvre ont été identifiées. Elles concernent le réemploi de l'acétone, de carbone, de déshydratants, d'acide hydrochlorique, de méthanol, d'emballages, de sacs plastiques, d'hydroxyde de sodium et de résidus de l'industrie du bois (sciure, cendre, copeaux et poussières).

Un partenariat a été mis en œuvre autour de l'échange d'un flux de méthanol entre un producteur de résine urée-formaldéhyde dont le méthanol est un coproduit et une station d'épuration. Malgré l'existence de barrières techniques et technologiques non négligeables, la synergie, économiquement très intéressante pour les deux entreprises, a été mise en place pendant plusieurs mois avant d'être finalement arrêtée à la demande de la station d'épuration qui, venant d'être victime d'un scandale médiatique pour avoir épandu des boues sans autorisation, ne souhaitait pas attirer à nouveau l'attention en utilisant un coproduit. Celui-ci suscitait en effet l'inquiétude des employés de la station en raison de la présence de formaldéhyde en très faible quantité dans sa solution³⁰.

De 2000 à 2002, le projet a été mené sur huit zones industrielles identifiées en partenariat avec les chambres de commerce et les agences de développement économique appartenant aux comtés du territoire d'étude. L'objectif était de retenir au minimum une zone par comté. Au total, huit zones industrielles ont été sélectionnées dont quatre étaient en cours de planification pour la création de parcs éco-industriels. De nombreuses synergies d'écologie industrielles résultent de cette seconde phase. Par exemple, sur la zone industrielle de Sanford, dans le comté de Lee, des entreprises ont envisagé la mutualisation du compostage de déchets organiques issus de leur restaurant d'entreprise respectif. Une autre synergie concerne l'utilisation de tenues spécifiques de laboratoires usagées (après un usage seulement) par l'atelier de peinture d'un équipementier automobile.

³⁰ Pour plus d'informations, consulter le retour d'expériences réalisé par Benoit Duret dont une synthèse est publiée dans les cahiers de la chaire d'écologie industrielle de l'Université de technologie de Troyes [Duret, 2007].

2.2.2. Industrial Symbiosis Programme (ISP), à Landskrona, en Suède

[Mirata, 2004 ; Mirata, 2005a ; Mirata, 2005b ; Starlander, 2003 ; Maltin, 2004]

Landskrona Industrial Symbiosis Programme consiste à créer un réseau d'écologie industrielle impliquant une vingtaine d'entreprises se trouvant dans la municipalité de Landskrona, dans un rayon de 4 km. Initié par l'International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) de l'Université de Lund, ce projet a débuté en 2002 par la constitution du réseau au sein duquel la symbiose industrielle allait être mise en œuvre. Ce n'est qu'en 2003 que la recherche de synergies potentielles a débuté par une analyse de la circulation actuelle des flux sur le territoire et des acteurs en présence, par le biais d'interviews. Un séminaire a ensuite été organisé de manière à sensibiliser l'ensemble des acteurs dont la participation au réseau était souhaitée, sur les objectifs du programme et sa méthodologie. L'objectif de cet événement était d'amener les participants à réfléchir collectivement à la problématique de la gestion des flux de matières et d'énergie de manière à les sensibiliser aux challenges environnementaux que la démarche constitue et mettre en évidence l'existence d'objectifs et de bénéfices communs.

Des groupes de travail thématiques ont également été mis en œuvre de manière à créer des espaces de rencontre et de discussion entre des acteurs aux problématiques communes (énergie, déchets matériels et chimiques, combustibles alternatifs, transport, eau et management environnemental). Les participants à ces groupes de travail avaient pour consigne de ne pas limiter leur réflexion aux solutions traditionnelles mais de privilégier les interfaces intersectorielles.

Enfin, une collecte systématique des flux entrants et sortants a été menée auprès des 20 entreprises du réseau via un questionnaire téléchargeable depuis le site internet du projet. De l'analyse de ces données ont résulté l'identification de partenariats potentiels qui ont, par la suite, été étudiés de manière approfondie.

Ce projet a donné lieu à la mise en œuvre de synergies de substitution concernant, par exemple, la récupération de déchets d'imprimerie, la régénération de solvants, l'utilisation de déchets de l'industrie chimique pour lier des déchets organiques issus du milieu agricole et en faire des briquettes, l'échange de substances chimiques ou encore la réutilisation de produits chimiques.

Un certain nombre de services sont également mutualisés tels qu'évoqués ci-dessous :

- Mise en place de groupes de certifications inter-entreprises (backcasting),
- Implantation d'une entreprise de logistique sur une plateforme multimodale ; elle centralise les activités logistiques de beaucoup d'entreprises du réseau,
- Installation de plateformes de stockage partagées,
- Partage du savoir et des connaissances,
- Partage de matériel et de ressources humaines,

Par ailleurs, à l'issue de l'étude, la Municipalité de Landskrona a décidé de construire un incinérateur de déchets.

2.2.3. Kwinana Industrial Synergy (KIS), à Kwinana, en Australie [Van Beers, 2005 ; Van Beers, 2007]

Ce projet a été lancé en 2002 sur la zone industrielle de Kwinana, en Australie, à l'initiative de l'association d'entreprises qui réunit les directeurs de l'ensemble des plus grosses entreprises de la zone et de la majorité des plus petites. Bon nombre de synergies d'écologie industrielle se sont créées spontanément entre les acteurs économiques de ce territoire, appartenant principalement au secteur de l'industrie lourde, depuis plus d'une dizaine d'années. Ce projet vise donc à identifier de nouvelles opportunités d'échange et de mutualisation et à en analyser la faisabilité technique et économique. Il concerne l'ensemble des activités présentes sur la zone ainsi que quinze entreprises implantées à sa périphérie. Après avoir réalisé la collecte des flux entrants et sortants de l'ensemble de ces entreprises, trois groupes de travail ont été organisés sur les thèmes de l'eau, de l'énergie et des produits organiques, réunissant les industriels susceptibles d'être concernés par des opportunités de partenariats relatives à ces flux. Sur les 87 synergies identifiées à l'issue de ce travail, 38 ont été considérées comme étant réalisables et ont été classées par ordre de priorité. Les cinq premières font actuellement l'objet d'une analyse de faisabilité et concernent :

- La recherche de synergies hydriques entre les dix plus gros consommateurs d'eau : échanges, mutualisation des installations de stockage et de traitement,
- La réutilisation de silice, de zircon et de chaux générés par plusieurs entreprises,
- La réutilisation des filtres issus du traitement des eaux usées,
- La réutilisation de résidus organiques (grains et poussières) par d'autres procédés que le compost,
- La réutilisation des résidus de chaleur.

Par ailleurs, l'équipe projet encourage également les entreprises à mutualiser de l'information et des connaissances concernant les meilleures pratiques relatives à la gestion de l'eau.

2.2.4. Burnside Industrial Synergy project, Halifax, Canada

[Duret, 2007, Côté, 1998]

Le Parc industriel de Burnside est situé dans la Municipalité Régionale de Halifax en Nouvelle-Ecosse. C'est l'un des plus grands et des plus performants parcs industriels au Canada. Développé dans les années 1960, le parc fait l'objet, depuis 1992, de recherches multidisciplinaires et de programmes de développement initiés et suivis par The School for Resource and Environmental Studies de l'Université de Dalhousie avec la collaboration d'autres Universités de la Municipalité Régionale de Halifax, en vue d'y examiner l'application des principes de l'écologie industrielle. Le déroulement de ce projet est marqué par trois phases principales.

De 1992 à 1995, une première étude intitulée « Industrial Park as an Ecosystem » a été menée auprès de 278 entreprises du parc industriel de Burnside. Il s'agissait de réaliser un premier inventaire des pratiques et des opportunités de développement dans la réutilisation de matériaux. Les résultats ont bien montré que les entreprises soutenaient le principe de réutilisation des déchets mais n'étaient pas encore prêtes à entreprendre des actions systématiques.

A partir de 1995, l'équipe de chercheurs de l'Université de Dalhousie travaillant sur ce projet expérimente la mise en place d'un centre qui, à partir des résultats de l'étude précédente, fournit aux industriels des informations concernant les méthodes et techniques de réductions de déchets, de prévention de pollution ou de production plus propre. Un accompagnement dans la mise en place d'actions simples d'éco-efficacité s'est organisé. Ces améliorations ont engendré des bénéfices économiques et environnementaux à des échelles individuelles ou sur la base de partenariats. Les exemples suivants donnent un aperçu concret des types d'actions et de partenariats entrepris :

- Mise en œuvre d'un système individuel de recyclage des solvants dans une entreprise de peinture automobile,
- Reprise de copeaux de polystyrène issus d'une entreprise du secteur informatique par une entreprise d'emballage.

D'autres initiatives ont été menées sur le parc. Une étude sur les pratiques d'emballage a notamment été réalisée et a mis en évidence le large potentiel de réduction, de réutilisation et de recyclage dont les entreprises du parc disposaient.

Lorsqu'en mars 1996, la phase d'expérimentation du centre précédemment créé arrive à sa fin, celui-ci avait démontré qu'il pouvait constituer un atout intéressant pour les entreprises mais le contexte organisationnel existant sur le parc ne permettait pas encore de formaliser la démarche d'écologie industrielle.

Ce n'est qu'en 1998 que, sous l'influence de la nouvelle stratégie de gestion des déchets de la Municipalité Régionale de Halifax, le centre d'Eco-Efficacité de Burnside est créé (Eco-Efficiency Centre). Le projet rentre alors dans sa troisième phase.

La mission de cette organisation à but non lucratif est l'amélioration des performances environnementales et financières des petites et moyennes entreprises du parc industriel de Burnside tout en encourageant les démarches de coopération reposant sur les principes de l'écologie industrielle. C'est ainsi que des synergies reposant sur le bouclage de flux de matières et sur la mutualisation de services ont été mises en œuvre. Celles-ci concernent, par exemple, la fibre de papier, les matériaux de construction, la régénération d'huiles usagées ou encore la mise en œuvre d'une unité de compostage.

Aujourd'hui, l'un des principaux objectifs de l'Eco-efficiency Center est la création d'une association d'entreprises au sein de laquelle des objectifs communs relatifs à la pérennisation de la démarche d'écologie industrielle sur le parc seraient partagés.

2.2.5. Inter-industrial Material Flow Management, Rhine-Neckar, Allemagne **[Duret, 2007 ; Sterr, 2004 ; Sterr, 2002]**

Ce projet est mené par l'IUWA, un institut allemand spécialisé dans l'analyse économique et environnementale, auprès des entreprises de la région Rhine-Neckar, depuis le milieu des années 1990. Une première étape a consisté, de 1996 à 1998, à rechercher des synergies d'écologie industrielle au sein d'un noyau d'entreprises appartenant à la zone industrielle de Pfaffengrund, à Heidelberg. Les résultats à l'issue de cette étape ont conduit à la mise en œuvre des partenariats suivants :

- Des déchets de polyéthylène provenant d'une entreprise étaient utilisés par un producteur de plastique. Cette synergie a ensuite été interrompue pour des raisons à la fois politiques et économiques³¹,
- Une gestion mutualisée des palettes usées a été mise en œuvre,

³¹ Dès l'instant que le système Dual Allemand a rendu gratuit l'élimination des déchets d'emballage pour favoriser le recyclage, la société fournissant le polyéthylène ne souhaitait plus gérer deux filières d'élimination différentes pour ces déchets de polyéthylène et de polystyrène. La synergie d'écologie industrielle consistant à fournir le polyéthylène au producteur de plastique générait des frais de stockage et de transport. Elle était rentable lorsque l'élimination « traditionnelle » des déchets était payante. Cependant, depuis la réforme du système Dual Allemand, elle ne l'est plus.

- Des déchets de papier sont utilisés par une entreprise fabriquant du carton ondulé,
- Des déchets de bois sont utilisés en combustible, en substitution de gaz naturel.

Au regard des bénéfices économiques et environnementaux réalisés à l'échelle de la zone industrielle, l'IUWA a souhaité étendre le projet de coopération interindustrielle à la région de Rhine-Neckar et a ainsi créé, en 1999, le réseau AGUM dont l'objectif est de supporter les échanges et collaborations interindustriels. Puis en 2003, la municipalité de Heidelberg a souhaité intégrer l'écologie industrielle dans sa politique d'aménagement du territoire. Elle a donc créé un second réseau éco-industriel qui, rapidement, a fusionné avec AGUM pour donner naissance à l'UKOM. Celui-ci est porté et coordonné par le maire de Heidelberg. Les synergies mises en œuvre dans le cadre de cette seconde phase du projet ne sont pas connues mais aujourd'hui ce réseau est stable et un groupe de travail d'une vingtaine de personnes se réunit régulièrement.

2.2.6. Industrial EcoSystem Project, port de Rotterdam, Pays-Bas

[Baas, 2005 ; Baas, 1998 ; Heeres, 2004 ; Boons, 1997]

Le projet INES (INDustrial EcoSystem Project) a été initié en 1994 par l'association d'industriels Europoort Botlek Belangen, devenue Deltalinqs en 2001 après avoir fusionné avec une autre association d'entreprises. Le projet s'est déroulé en trois phases, en partenariat avec l'Université technologique de Delft et l'Université Erasmus de Rotterdam. Il vise à identifier et mettre en œuvre des synergies d'écologie industrielle entre les entreprises du port de Rotterdam, de manière à engager le territoire dans un processus de durabilité basé sur la création d'un réseau d'échange et de communication.

De 1994 à 1997, le projet consistait à rechercher des synergies d'écologie industrielle entre 69 entreprises situées sur le port de Rotterdam. Au cours de l'un des ateliers de travail organisés dans le cadre de ce projet et réunissant l'ensemble des entreprises participantes, une déclaration précisant les fondements du projet INES a été rédigée. En acceptant cette déclaration, les entreprises formalisent leur participation au projet. Celle-ci évoque les concepts de management environnemental, de production propre, de gestion de flux, d'écologie industrielle et plus globalement de développement durable. L'étude d'un premier questionnaire envoyé aux entreprises participantes a permis de définir trois problématiques sur lesquelles l'équipe projet a décidé de se focaliser : les flux entrants, les produits et les déchets des entreprises. Une seconde

enquête concernant ces problématiques a permis d'identifier 15 projets potentiels d'écologie industrielle. Des études de pré-faisabilité de ces projets ont été réalisées par les chercheurs des deux universités partenaires, en partenariat avec les entreprises concernées. Les trois synergies présentant le plus fort potentiel de mise en œuvre ont ensuite été retenues. Elles concernent les eaux usées, la production mutualisée d'air comprimé, et le traitement mutualisé de boues.

De 1999 à 2002, le projet INES Mainport voit le jour et poursuit les travaux dans la continuité des études réalisées lors de la première phase. C'est alors qu'une plateforme stratégique d'aide à la décision est créée au sein de l'association de manière à contribuer à l'analyse de la faisabilité technico-économique et la mise en œuvre de synergies identifiées au préalable. Depuis 2003, INES Mainport a fusionné avec deux autres projets : Sustainable Enterprising (géré par l'association ROM-Rijnmond) et Energy Rijnmond (géré par le ministère des affaires économiques du gouvernement hollandais) pour former le programme R3. Celui-ci assure la continuité des travaux initiés au cours des deux premières phases. Un système d'information a également été développé au cours de cette troisième phase : INES Mainport Exchange. Celui-ci vise à échanger de l'information et des connaissances sur la réutilisation et le traitement de flux de matières et d'énergie, et plus généralement sur la question de la durabilité, de manière à stimuler l'émergence de nouveaux projets et faciliter la communication entre les entreprises.

Les synergies mises en œuvre dans le cadre de ce projet sont multiples. Citons par exemple :

- La production mutualisée d'air comprimé (14 entreprises sont concernées),
- La rationalisation de l'usage de l'eau : de l'eau industrielle est utilisée en substitution d'eau potable (8 millions d'euros économisés chaque année), un approvisionnement alternatif en eau industrielle provenant du lac Brielse Meer pour concerne trois groupes d'entreprises.
- La création d'un réseau de chaleur pour le chauffage urbain d'un quartier résidentiel de 3000 maisons en 2007 (prévision de 2004). Le réseau de chaleur devrait être élargi de manière à approvisionner 25 000 maisons d'ici 2020.

2.2.7. Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, France

[Brullot, 2006a ; Dermine, 2004]

Le réseau d'écologie industrielle de l'Aube a vu le jour en 2003 avec le soutien du Conseil Général de l'Aube. Son développement se caractérise par la mise en œuvre de trois phases successives.

Tout d'abord, de 2003 à 2004, une étude préliminaire d'identification du potentiel de mise en œuvre de l'écologie industrielle sur le département de l'Aube a été menée. Celle-ci consistait à rechercher l'existence d'opportunités de synergies de substitution et de mutualisation entre 50 entreprises du département. De nombreuses synergies ont été identifiées à l'issue de cette première étape mais n'ont pas été mises en œuvre pour des raisons techniques ou d'inadéquation quantitative³². En revanche, une synergie a été identifiée de manière « spontanée ». Elle ne résulte pas de la collecte systématique et de l'analyse de données mais de la rencontre des deux acteurs au sein du réseau. Elle concerne un flux de sable issu du lavage des tubercules d'une coopérative betteravière. Celui-ci est valorisé dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP). Par ailleurs, cette première étude a également permis de mettre en évidence un certain nombre de bonnes pratiques concernant la gestion des flux de déchets des entreprises de l'Aube³³.

Au vu des résultats très satisfaisants de cette première étude, il était souhaitable de poursuivre la démarche en élargissant la quantité de données collectées d'une part, et en structurant le réseau de manière à ce qu'un animateur dédié puisse mener les travaux dans la continuité.

Ainsi, de 2005 à 2008, l'objectif du projet était de sensibiliser l'ensemble des acteurs du réseau en formation et de réfléchir à sa structuration. En effet, le contexte social et organisationnel n'était pas assez favorable à la création d'une association loi 1901 si tôt dans le projet car les objectifs du réseau et le principe de l'écologie industrielle n'étaient pas bien connus et compris de tous. Une convention régissant le fonctionnement du club a été proposée et acceptée, en 2005, par l'ensemble des principaux membres du réseau, à savoir, le Conseil Général de l'Aube, la Chambre de Commerce et d'Industrie, la Chambre d'Agriculture, la Chambre de Métiers et de l'Artisanat, l'Université de technologie de Troyes et Aube Développement (cellule de développement économique du département). Ces acteurs ont formé le comité de pilotage du club dont le rôle était d'animer le réseau, de définir les axes stratégiques de réflexion du club et les thèmes de réflexion et d'organiser des groupes de travail définis en fonction des attentes réelles des acteurs du terrain et des enjeux politiques globaux

³² Pour plus d'informations, consulter le rapport EDF sur l'analyse de la faisabilité des synergies identifiées [Dermine, 2004].

³³ Valorisation énergétique des graisses animales provenant du procédé de fabrication d'andouillettes chez AT-France et régénération de solvants chez Dislaub qui s'est également doté d'une serre de séchage des boues qui accueille les boues de STEP de la Communauté d'Agglomération de Troyes (cf. sous-partie 2.4 du chapitre 5).

d'aménagement et de développement du territoire. Les groupes de travail ont été mis en œuvre de manière à identifier de nouvelles synergies d'écologie industrielle et à en étudier la faisabilité technique, scientifique, économique et réglementaire, dans la continuité des travaux réalisés précédemment. Ces derniers portaient sur la valorisation énergétique, les synergies hydriques et les synergies des déchets du textile, réunissaient l'ensemble des acteurs du territoire (entreprises, experts et institutionnels) concernés par la thématique.

Concernant la valorisation énergétique, la mise en œuvre d'une unité de méthanisation sur le territoire de l'Aube est actuellement à l'étude. Les travaux du groupe de travail relatif aux déchets du textile ont abouti à l'étude de la synergie consistant à utiliser et à transformer des déchets de l'ennoblissement textile (bourres de grattage et de rasage) en un matériau de conditionnement. Un travail en collaboration avec l'IFTH de Troyes (Institut Français Textile-Habillement) a été réalisé afin de connaître la faisabilité technique et économique de cette synergie. Celle-ci n'étant pas réalisable mais le matériau obtenu présentant d'intéressantes caractéristiques, l'IFTH a souhaité poursuivre les travaux et s'est associé avec l'Esitpa, une école d'ingénieur en Agriculture, de manière à étudier l'usage de ces déchets, après transformation, en compostage, avec la possibilité d'y intégrer des agro-matériaux.

Enfin, les travaux du groupe de travail sur les synergies hydriques n'ont permis d'identifier aucune synergie d'écologie industrielle mais de développer un savoir-faire en matière d'acquisition des données du métabolisme industriel auprès des PME.

Depuis le début de l'année 2008, le Club est devenu une association de type loi 1901 pour les besoins de sa participation au projet national COMETHE. L'Université de technologie de Troyes, via le CREIDD, fait partie du consortium de ce projet, lauréat de l'appel à projet « Programme de Recherche Ecotechnologies et Développement Durable » (PRECODD) lancé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) en 2007. Le projet COMETHE (Conception d'outils méthodologiques et d'évaluation pour l'écologie industrielle) travaille sur l'élaboration d'une méthodologie et d'outils d'évaluation et d'aide à la décision pour les parcs d'activités. Il a démarré début 2008 et durera trois ans. Il repose sur l'expérimentation de l'écologie industrielle sur sept parcs d'activités pilotes dont trois sont dans l'Aube. Le CEIA étant identifié comme le coordinateur légitime de ces démarches sur le territoire Audois, il devait nécessairement avoir un statut juridique pour participer officiellement au projet, d'où la création de l'association. Les acteurs institutionnels jusqu'alors réticents à la création d'une association, ont accepté celle-ci en raison de la visibilité nationale apportée par la participation du département de l'Aube à ce projet de grande envergure. Nous ne

savons pas si celle-ci aurait été créée sans l'existence du projet COMETHE. Sont membres de l'association l'ensemble des acteurs initialement signataires de la convention de 2005, ainsi que la Communauté d'Agglomération de Troyes, d'autres établissements d'enseignement supérieur, et l'ensemble des entreprises qui le souhaitent.

Outres les activités menées dans le cadre du projet COMETHE et qui visent l'identification et la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle au sein de trois zones d'activités du département, le CEIA poursuit les travaux initiés au cours des phases précédentes. Il prévoit également de lancer deux nouvelles actions en 2009 concernant l'étude du potentiel de mise en œuvre de l'écologie industrielle entre commerçants et artisans du secteur du BTP sur l'ensemble du territoire de l'Aube d'une part, et entre artisans et commerçants, tous secteurs confondus, mené sur un territoire plus restreint mais non défini actuellement d'autre part.

2.3. Résultats de l'analyse

La grille d'analyse présentée précédemment nous a permis de mettre en évidence, pour chaque projet évoqué ci-dessus, les caractéristiques inhérentes aux acteurs et à leur rôle, aux territoires et périmètres retenus, aux objectifs poursuivis, ainsi qu'aux outils utilisés.

Ces caractéristiques constituent des éléments de la stratégie déployée. Nous verrons dans ce qui suit que si celles-ci sont différentes d'un projet à l'autre, 3 grandes catégories de stratégie peuvent être identifiées : bottom-up, top-down et horizontale. Lorsque nous disposons de suffisamment d'informations relatives au contexte du territoire, nous tenterons de justifier les caractéristiques inhérentes aux stratégies déployées par des éléments contextuels.

2.3.1. Les acteurs impliqués dans les projets

Les projets se caractérisent par la présence d'acteurs multiples, intervenants à différentes étapes et endossant des rôles variés. La grille de lecture présentée ci-dessus en distingue six catégories :

- L'initiateur : on entend par « initiateur du projet » de l'acteur qui en est à l'origine, celui qui évoque la possibilité de mener une démarche d'écologie industrielle et qui, en premier lieu, s'entoure d'autres acteurs pour tenter de définir une stratégie et de monter le projet.

- Le porteur : on entend par « porteur du projet » l'acteur qui soutient et revendique son existence et ses objectifs auprès d'autres acteurs. Personne morale de droit public ou privé, il s'agit d'une sorte de « représentant » du projet, responsable des conséquences résultant de son déploiement et y trouvant un intérêt.
- Le coordinateur : On entend par « coordinateur du projet », l'acteur qui, en relation étroite avec le porteur de projet, lorsqu'il est différent, assure la coordination globale des actions, comme son nom l'indique.
- L'acteur opérationnel : on entend par « acteur opérationnel » celui qui réalise le travail. On trouve généralement plusieurs acteurs opérationnels aux compétences différentes et complémentaires au sein d'un même projet. Le travail à réaliser consiste notamment à collecter les données auprès des entreprises préalablement sélectionnées, identifier des synergies potentielles, analyser leur faisabilité technico-économique et évaluer leur bénéfice environnemental.
- Le financeur : il s'agit de l'acteur qui finance le projet. Ils peuvent être multiples.

L'ensemble de ces acteurs constitue ce qu'on appelle l'équipe projet. Nous verrons que dans certains cas, certains partenaires de l'équipe projet ne figurent pas dans l'une des catégories présentées ci-dessus. Leur intervention est dans ce cas qualifiée de soutien. Ils ne sont ni opérationnels ni coordinateurs mais, de par leur connaissance du territoire, des acteurs et du contexte, leur participation à la définition de la stratégie, à sa mise en œuvre, et plus globalement, à la mobilisation des acteurs, est recommandée. Inversement, certains financeurs ne sont pas impliqués au sein de l'équipe projet. Dans le cadre des projets du club d'écologie industrielle de l'Aube et de la symbiose de Lanskrona, l'équipe projet est également désignée par le terme de comité de pilotage.

Les différents acteurs impliqués dans les projets analysés ici sont restitués dans le tableau ci-dessous.

| Projets | Initiateur | Porteur | Coordinateur | Opérationnel | Financier | Equipe projet |
|---|-------------------------|--|--|---|---|---|
| IEDP Caroline du Nord, Etats-Unis | TJCOG ³⁴ | TJCOG | TJCOG | TJCOG Université de Caroline du Nord à Chapel Hill Université de Duke | EPA ³⁵ DPPEP ³⁶ | TJCOG DPPEP Les universités Les Chambres de Commerce de Smithfield-Selma, Raleigh et Durham et les commissions de développement économique des comtés d'Orange, Chatham et Lee |
| Burnside Industrial Park, Canada | Université de Dalhousie | Université de Dalhousie puis Eco-efficiency Centre | Université de Dalhousie puis Eco-efficiency Centre | Université de Dalhousie Eco-efficiency Centre | Entreprises Eco-efficiency Centre, lui-même financé par l'université de Dalhousie, Nova Scotia Power Inc., ACOA ³⁷ , RRFB ³⁸ , municipalité régionale d'Halifax et la fondation Salamander | Université de Dalhousie puis Eco-efficiency Center Municipalité de Halifax |
| IIMFM, Allemagne | IUWA ³⁹ | IUWA Municipalité de Heidelberg depuis 2003 | IUWA Municipalité de Heidelberg depuis 2003 | IUWA Universités de Heidelberg et de Manheim | Ministère fédéral Allemand de l'éducation et de la Recherche Entreprises | IUWA Universités Entreprises du réseau Municipalité d'Heidelberg CCI de la Rhine-Neckar |

³⁴ TJCOG : Triangle J. Council of Government

³⁵ EPA : Agence américaine de protection de l'environnement

³⁶ DPPEP : Division de la prévention de la pollution et de la protection de l'environnement de Caroline du Nord

³⁷ ACOA : Atlantic Canada Opportunity Agency

³⁸ RRFB : Resources Recovery Funds Board

³⁹ IUWA : Institute for Eco-Industrial Analysis

| Projets | Initiateur | Porteur | Coordinateur | Opérationnel | Financeur | Equipe projet |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|--|--|---|
| KIS, Kwinana, Australie | KIC ⁴⁰ | KIC | KIC | CSRP ⁴¹ de l'Université de Curtin Université de Queensland Université de Pretoria (Afrique du Sud) | CSRP Australian Research Council | KIC CSRP Université de Queensland West Australian Government |
| ISP, Landskrona Suède | IIIEE ⁴² | Municipalité de Landskrona | IIIEE | IIIEE | Municipalité de Landskrona (fonds de la NUTEK ⁴³) | IIIEE Municipalité de Landskrona (Départements Environnement et Technique) Office pour les Affaires et l'Industrie |
| INES, Rotterdam, Pays-Bas | Deltalinqs ⁴⁴ | Deltalinqs | Deltalinqs | Deltalinqs Consultant Universités de Delft et de Rotterdam | Autorités du Port de Rotterdam NOVEM ⁴⁵ Province de Zuid-Holland Municipalité de Rotterdam Fonds Européens ⁴⁶ | Deltalinqs Consultant Universités Plate-forme stratégique d'aide à la décision dès 1999 ⁴⁷ |

⁴⁰ KIC : Kwinana Industrial Council : association d'entreprises de la zone industrielle de Kwinana

⁴¹ CSRP : Centre for Sustainable Resource Processing de l'Université de Curtin

⁴² IIIEE : International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE), Université de Lund

⁴³ NUTEK : Agence de développement économique suédoise

⁴⁴ Association d'entreprises

⁴⁵ NOVEM : organisme hollandais de financement de la recherche sur les questions énergétiques et environnementales

⁴⁶ Dans le cadre d'un programme de rénovation des ports de l'Union Européenne

⁴⁷ Plate-forme stratégique d'aide à la décision constituée de représentants industriels, gouvernementaux et d'une association de protection de l'environnement

| Projets | Initiateur | Porteur | Coordinateur | Opérationnel | Financier | Equipe projet |
|--------------|--------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|--|--|
| CEIA, France | CREIDD-UTT ⁴⁸ | Conseil Général de l'Aube | CREIDD-UTT CEIA ⁴⁹ (depuis 2005) | CREIDD-UTT CEIA (depuis 2005) | Conseil Général de l'Aube (jusque fin 2007) ANR (projet Comethe) Membres publics et privés (depuis 2008) | CREIDD-UTT, Conseil Général de l'Aube, Chambres consulaires de Troyes, Aube Développement ⁵⁰ CAT ⁵¹ , industriels moteurs |

Tableau 6 : Acteurs impliqués dans les projets analysés.

⁴⁸ CREIDD-UTT : Centre de Recherche et d'Etudes Interdisciplinaires sur le Développement Durable, Université de technologie de Troyes

⁴⁹ CEIA : Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, créé en 2005

⁵⁰ Agence de développement économique

⁵¹ CAT : Communauté d'Agglomération de Troyes

Définir la composition de l'équipe projet, identifier un acteur porteur de la démarche, identifier un ou plusieurs acteurs opérationnels susceptibles de réaliser le projet, confier la coordination de celui-ci au bon acteur et trouver des financements sont autant d'éléments intégrant la stratégie de mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle. Le Tableau 6 restituant les différents acteurs participant aux projets analysés dans le cadre de ce travail montre que l'équipe projet peut être composée d'acteurs multiples. Ils peuvent être privés, publics, associatifs ou encore académiques. Des acteurs variés sont impliqués dans des rôles différents d'un projet à l'autre. S'il est impossible de déduire de cette analyse une composition idéale d'équipe projet, de grandes tendances se dessinent en fonction de l'échelle du territoire, de l'acteur initiateur, de la présence, ou non d'entreprises pilotes ou d'association d'entreprises, ou encore de la nature des relations entretenues par les acteurs en présence. L'équipe projet étant élaborée en fonction du contexte du territoire sur lequel se déroule la démarche d'écologie industrielle, nous allons nous intéresser aux spécificités territoriales justifiant la participation des acteurs dans les sept projets analysés.

Selon la catégorie de l'acteur qui assure le portage du projet, à savoir, son appartenance au secteur public, privé, ou de la recherche, les approches pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle sont de type verticale : bottom-up ou top-down, et horizontale. Ce sont les trois grandes catégories de stratégies possibles selon lesquels les projets analysés seront classés et présentés ci-après.

2.3.1.1. L'approche de type bottom-up

L'approche de type bottom-up caractérise un processus vertical ascendant selon lequel l'initiative du projet et les décisions émanent d'acteurs de terrains. Dans notre cadre d'analyse, les projets sont portés par des organisations de type association d'entreprises qui, d'une part, sont proches de leurs membres et disposent d'une bonne connaissance de leurs enjeux, et qui, d'autre part, entretiennent de très bonnes relations avec les autorités locales. Ce double positionnement leur permet de mener des actions en cohérence avec les contraintes et les besoins des entreprises, ainsi que d'institutionnaliser les démarches et de bénéficier du soutien politique nécessaire au succès du projet. Celui-ci peut se traduire par la mise à disposition de ressources humaines, techniques, informatives ou financières.

INES, Rotterdam, Pays-Bas :

Sur le port de Rotterdam, le coordinateur de la démarche est également l'acteur qui l'a initiée et qui en assure le portage, à savoir, l'association d'entreprises Europort Botlek Belangen, devenue Deltalinqs en 2001 après avoir fusionné avec une autre association d'entreprises (SVZ Port Industries' Association Rotterdam). Elle représente environ 600 entreprises et associations du port de Rotterdam. Elle se focalise sur le maintien de la compétitivité et d'un développement durable du port et de ses activités à travers les missions portant sur les thèmes suivants : économie et accessibilité, emploi et formation, environnement et sécurité. En ce sens, l'association se concentre sur la promotion de l'intérêt collectif des entreprises et des associations membres auprès des autorités locales, régionales, nationales et européennes. Le port de Rotterdam étant le plus grand port maritime du monde, il constitue un enjeu économique important à l'échelle nationale et européenne. L'association Deltalinqs se positionne comme un véritable relais avec les institutions politiques et publiques locales, nationales et européennes qui le reconnaissent en tant que tel et l'impliquent dans la définition des politiques économiques du territoire. Ainsi, la coordination du projet d'écologie industrielle semble s'inscrire, en cohérence avec les missions de l'association et sa position d'acteur incontournable sur le territoire. Ce projet se positionne également dans la continuité des démarches initiées par l'association à destination de ces membres telle que la constitution d'une plate-forme de communication dédiée au management environnemental dans le but de favoriser l'échange d'informations et la création de contacts.

De par sa position et ses missions, l'association Deltalinqs a créé des liens relationnels solides avec les entreprises et les institutions politiques et a eu l'occasion de faire ses preuves dans la conduite d'actions collectives, ce qui lui confère, selon nous, la légitimité nécessaire à assurer le portage et la coordination du projet.

Pour la réalisation du projet, Deltalinqs s'est entouré d'acteurs opérationnels disposant, à priori, des compétences nécessaires. Il s'agit d'un consultant pour la collecte des données, de l'Institut de recherche sur les technologies propres de l'Université de Delft (Clean Technology Research Institut) et du Centre d'études environnementales de l'Université Erasmus de Rotterdam (Centre for Environmental Studies)⁵² pour la méthodologie de mise en œuvre de l'écologie industrielle. Le consultant est connu des entreprises du port car il organise régulièrement les rencontres de la plate-forme de communication dédiée au management environnemental. Quant aux universités, c'est

⁵² Devenu le Centre de la durabilité et du management (Centre for sustainability and management) en 2003.

à la suite d'un atelier de travail sur « la production propre » qu'elles ont organisé en 1992 au sein de la zone, à la demande de Deltalinqs, qu'est née l'idée du projet INES.

Le financement de la première phase du projet provient d'acteurs multiples mais est exclusivement public. Les financeurs sont tout d'abord les Autorités du Port de Rotterdam, la Province de Zuid-Holland et la Municipalité de Rotterdam qui voient dans ce projet l'opportunité de renforcer la compétitivité du territoire. La participation financière de l'Union Européenne dans le cadre d'un programme de rénovation des ports, ainsi que de la NOVEM (organisme hollandais de financement de la recherche sur les questions énergétiques et environnementales) nous semble cohérente par rapport aux objectifs du projet et au contexte du territoire sur lequel il s'inscrit. La multiplication des sources de financement peut se justifier de deux manières différentes. Tout d'abord, elle peut constituer la preuve de la légitimité de l'association sur le territoire et de la confiance qui lui est accordée. Cependant, elle peut également révéler une difficulté à réunir les fonds nécessaires à mener l'expérimentation. Le financement des phases 2 et 3 est essentiellement public. Les entreprises participent indirectement au financement en mettant du temps et des ressources humaines à disposition de celui-ci.

Enfin, l'équipe projet est constituée, dans la première phase du projet, de l'ensemble des acteurs cités précédemment à l'exception des financeurs. Les acteurs publics n'étaient donc pas représentés. Lors de la seconde phase du projet, une plate forme stratégique d'aide à la décision a donc été créée et intégrée à l'équipe projet. Celle-ci est composée de représentants industriels, gouvernementaux et d'une association de protection de l'environnement. La présence de ces acteurs a permis de diversifier les compétences et les points de vue (barrières législatives, incitations financières, impact sur l'environnement, contraintes industrielles, etc.) lors de l'évaluation de la faisabilité technico-économique des synergies identifiées au cours de la première phase.

KIS, Kwinana, Australie :

La situation est assez similaire en Australie où le projet d'écologie industrielle a été initié, est porté et est coordonné par le Kwinana Industrial Council (KIC). A la différence du projet mené à Rotterdam, l'association n'est pas un acteur opérationnel de la démarche. Son objet est de promouvoir et contribuer à une co-existence durable des entreprises de Kwinana, de la communauté et de l'environnement. C'est un acteur important de la région qui favorise et dynamise des projets éducatifs, sanitaires et environnementaux. Comme précédemment, les missions de cette association et sa

position centrale au sein du territoire confèrent, selon nous, toute légitimité à cet acteur pour le portage et la coordination du projet. En effet, créée en 1991 sous l'impulsion de la municipalité de Kwinana, des liens particuliers existent entre l'association, les autorités locales et la communauté. Une plate-forme de communication a notamment été créée pour assurer le dialogue entre les entreprises, la communauté et les institutions gouvernementales locales (Municipalité de Kwinana) et régionales (Etat d'Australie de l'Ouest) grâce à l'organisation de rencontres bimensuelles. Cette plate-forme a été mise en place, à l'origine, pour faciliter la résolution de conflits inhérents à la pression croissante des riverains et des autorités locales exercée sur les entreprises de la zone en raison de l'impact de leurs rejets dans l'air et dans l'eau et de la proximité d'un environnement marin fragile. Aujourd'hui, elle vise à échanger et communiquer, de manière à définir, collectivement, des orientations futures plus durables. Le KIC regroupe également les directeurs de l'ensemble des plus grosses entreprises de la zone, et de la majorité des plus petites, ce qui lui confère un levier d'action sur la quasi-totalité des acteurs industriels de la zone. Ces derniers se connaissent et ont eu, grâce à l'association, l'occasion d'échanger des informations, notamment, et de mener des projets collectivement. De par ces actions, celle-ci a déjà permis à ses membres d'améliorer leur compétitivité et de réduire leur impact sur l'environnement. Ils lui font confiance. En 1991, une réflexion collective a en effet été menée au sein du KIC autour de la gestion de l'eau et de la fourniture de gaz industriels. Elle a donné lieu à l'installation, entre 1997 et 1999, de deux unités de cogénération. C'est ainsi que les premières interactions entre les entreprises ont été créées. Celle-ci n'ont cessé de s'enrichir depuis et le nombre d'entreprises implantées sur la zone a considérablement augmenté. Dans ce contexte organisationnel favorable, 47 synergies d'écologie industrielle avaient été créées spontanément depuis le début des années 1990 au sein de la zone industrielle.

Conscient des interconnexions existantes et croissantes entre ses membres, le KIC a décidé, en 2001, de lancer une étude sur l'impact économique de la zone industrielle de Kwinana, incluant une analyse des flux de matières et d'énergie. Celle-ci a mis en évidence l'existence de ces 47 synergies, les bénéfices économiques qu'elles génèrent, mais également l'existence de futures synergies au potentiel intéressant. C'est à la connaissance de ces résultats que le KIC a souhaité initier le projet d'évaluation de la faisabilité de ces nouvelles synergies d'écologie industrielle et celui-ci a été confié à l'Université de Curtin qui, en étroite collaboration avec le KIC et quelques entreprises, a défini le contenu du projet et du programme de recherche associé. En effet, celui-ci vise à accompagner la mise en œuvre de nouvelles synergies sur la zone industrielle de Kwinana mais également sur d'autres territoires :

Gladstone (Australie) et Rustenburg (Afrique du Sud). Mené en collaboration avec les Universités de Queensland (Australie) et de Pretoria (Afrique du Sud), le projet de recherche intégré vise à :

- Evaluer la faisabilité de mise en œuvre des synergies étudiées sur les territoires du projet, y compris la zone industrielle de Kwinana,
- Développer des outils technologiques pour l'identification et l'évaluation des synergies,
- Identifier des mécanismes (financiers, réglementaires, organisationnels, etc.) facilitant la mise en œuvre de synergies.

Le projet porté et initié par l'association KIC, à savoir le projet Kwinana Industrial Symbiosis, se retrouve intégré dans un programme de recherche plus global pour lequel la zone industrielle de Kwinana est un territoire d'expérimentation. Les membres des organismes participant au programme de recherche deviennent donc les acteurs opérationnels du projet KIS, à savoir le CRSP de l'Université de Curtin, ainsi que les Universités de Queensland et de Pretoria.

Le financement de ce projet correspond au financement du programme de recherche associé. Il provient à la fois du CRSP de l'Université de Curtin et de l'Australian Research Council.

Enfin, l'équipe projet est constituée de l'association KIC, des acteurs opérationnels, de quelques industriels moteurs et de représentants du gouvernement de l'Australie de l'Ouest qui voit, dans ce projet, l'opportunité de renforcer l'attractivité de ce territoire. Celui-ci, dominé par l'industrie lourde destinée à l'exportation essentiellement, constitue en effet un poids important dans l'économie de cet Etat.

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques générales inhérentes aux stratégies de type bottom-up adoptées pour mener les projets étudiés, concernant la constitution de l'équipe projet, ainsi que les points forts et les points faibles qui en résultent.

| | |
|----------------------------|---|
| Caractéristiques générales | <p>Le projet est porté par un acteur de terrain.</p> <p>La coordination, le portage et l'initiative du projet sont assurés par le même acteur. Il s'agit d'une structure existante.</p> <p>Le porteur a mené dans le passé des actions collectives réussies de manière à créer une relation de confiance avec les acteurs de l'équipe projet et les entreprises de la zone.</p> <p>Le financement est exclusivement public.</p> <p>L'équipe projet est mixte : acteurs publics, privés et de la recherche.</p> <p>Existence d'une proximité organisationnelle entre les acteurs de l'équipe projet.</p> |
| Points forts | <p>La sensibilisation des entreprises est facilitée car l'initiateur et le porteur du projet est un acteur de terrain qui dispose d'une bonne connaissance de leurs enjeux et contraintes.</p> <p>Le porteur de projet est connu des autorités locales et nationales et entretient, avec ces dernières, des relations basées sur la coopération.</p> <p>Des acteurs opérationnels experts en écologie industrielle (équipes de recherche) sont présents sur le territoire.</p> |
| Points faibles | <p>Le financement est ponctuel et correspond à une durée déterminée d'expérimentation.</p> |

Tableau 7 : Caractéristiques générales des stratégies de type bottom-up.

2.3.1.2. L'approche de type top-down

L'approche de type top-down caractérise un processus vertical descendant selon lequel l'initiative du projet et les décisions émanent d'autorités gouvernementales. Seul le projet mené en Caroline du Nord a adopté une stratégie de type top-down. Dans le cadre de celui-ci, le TJCOG, a su s'entourer, pour la réalisation du projet, d'acteurs disposant d'une bonne connaissance des enjeux et contraintes des entreprises et entretenant des relations basées sur la confiance avec ces dernières.

IEDP, Caroline du Nord, Etats-Unis :

En Caroline du Nord, aux Etats-Unis, le porteur de projet est le Triangle J. Council of Government, également initiateur, coordinateur et acteur opérationnel, c'est l'un des 18 conseils régionaux établis par l'assemblée générale des Etats-Unis en 1972. Il regroupe des gouvernements locaux volontaires des comtés de Caroline du Nord à savoir : Chatham, Durham, Johnston, Lee, Moore, Orange et Wake. Le rôle de cette organisation sans pouvoir réglementaire est de répondre aux besoins de la région en termes de planification urbaine, de développement économique, de services médicaux d'urgence, de protection de l'environnement, de programmes pour les personnes

âgées ou encore de services à l'information. L'équipe du TJCOG propose également un certain nombre de services aux membres des gouvernements locaux tels que la cartographie et les systèmes d'information géographique, la conception et la maintenance de sites internet, la fourniture de tests de drogue et d'alcool, etc.

Assurer la coordination du projet d'écologie industrielle s'inscrit, selon nous, en cohérence avec les missions de cette organisation. En effet, le TJCOG coordonnait à cette époque plusieurs programmes régionaux dont un concernait les déchets solides (Solid Waste Program). Le but de ce programme était de réduire l'utilisation et l'élimination de matériaux dans la région et d'aider les gouvernements locaux à réduire les coûts liés à la gestion des déchets solides à travers une coopération régionale. Pour cela, des rencontres régulières de responsables de la gestion des déchets solides au sein de gouvernements locaux ainsi que d'autres acteurs autour de cette problématique confèrent au TJCOG une certaine légitimité à la coordination et au portage de ce projet d'écologie industrielle s'inscrivant, dans un premier temps, sur six comtés de la Caroline du Nord.

C'est également dans la continuité de ce projet visant une optimisation de la gestion des déchets que le TJCOG, influencé par ailleurs par le programme du President's Council on Sustainable Development des Etats-Unis qui, sous l'administration Clinton, visait à expérimenter la mise en œuvre de symbioses industrielles au sein de quatre parcs d'activités, a décidé d'initier la création d'un réseau d'écologie industrielle en Caroline du Nord.

Le TJCOG s'est entouré de partenaires multiples pour constituer l'équipe opérationnelle du projet. Les universités de Caroline du Nord à Chapel Hill (départements City and Regional Planning et Chemical Engineering) et de Duke (Nicolas School of the Environment) se sont associées au projet mettant à disposition de celui-ci des ressources techniques, méthodologiques et humaines. La collecte de données à en effet été réalisée par des étudiants de ces universités.

Le financement de ce projet est exclusivement public, ce qui peut s'expliquer par le fait que celui-ci ait été initié, porté et coordonné par un acteur public. Concernant la première phase du projet, la majeure partie du financement est assurée par l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA), le reste provenant de la division de la prévention de la pollution et de la protection de l'environnement de Caroline du Nord. La seconde phase du projet est entièrement financée par l'EPA. La particularité de ce type de financement est qu'il est totalement dépendant de l'obsolescence du contexte politique du pays variant au rythme des mandats électoraux. En effet, le projet est

aujourd'hui suspendu dans l'attente de fonds qui permettrait d'assurer un suivi des projets identifiés. La restructuration de l'EPA et les coupes effectuées dans les budgets de l'administration du Président Georges W Bush ne permettent actuellement pas de financer cette initiative.

L'équipe projet est constituée du TJCOG, des Universités, mais également d'autres acteurs institutionnels dont les compétences variées et complémentaires ont permis de mener les études d'identification et d'évaluation du potentiel de mise en œuvre des synergies d'écologie industrielle. Le relais entre les entreprises et l'équipe projet a été assuré grâce à la participation des chambres de commerce de Smithfield-Selma, Raleigh et Durham. Celles-ci disposent d'une parfaite connaissance du territoire et des entreprises qui le composent, de leurs enjeux et de leurs contraintes. Ont également été associées au projet les commissions de développement économique des comtés d'Orange, de Chatham et de Lee. Enfin, la division de la prévention de la pollution et de la protection de l'environnement de Caroline du Nord a apporté un support technique lors de l'identification de synergies.

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques générales inhérentes à la stratégie de type top-down adoptée en Caroline du Nord, concernant la constitution de l'équipe projet, ainsi que les points forts et les points faibles qui en résultent.

| | |
|----------------------------|---|
| Caractéristiques générales | <p>Le projet est porté par un regroupement d'autorités gouvernementales.</p> <p>La coordination, le portage et l'initiative du projet sont assurés par le même acteur. Il s'agit d'une structure existante.</p> <p>Le porteur a mené dans le passé des actions collectives réussies de manière à créer une relation de confiance avec les acteurs de l'équipe projet.</p> <p>Le financement est exclusivement public.</p> <p>L'équipe projet est mixte : acteurs publics, privés et de la recherche.</p> <p>Il existe une proximité organisationnelle entre les acteurs de l'équipe projet.</p> |
| Points forts | <p>Le porteur du projet entretient de bonnes relations avec les chambres de commerce et de l'industrie et les agences de développement économique qui, proches des industriels, disposent d'une bonne connaissance de leurs enjeux et contraintes.</p> <p>Des acteurs opérationnels experts en écologie industrielle (équipes de recherche) sont présents sur le territoire.</p> |
| Points faibles | <p>Le financement est public (national) et provient d'une source unique ce qui rend le projet dépendant de l'obsolescence du contexte politique du pays susceptible de varier au rythme des mandats électoraux.</p> <p>Les entreprises sont plus difficiles à mobiliser et à sensibiliser car elles n'entretiennent pas de relation directe avec le TJCOG.</p> |

Tableau 8 : Caractéristiques générales des stratégies de type top-down.

2.3.1.3. L'approche horizontale

Cette troisième catégorie se situe à l'interface des deux approches verticales présentées précédemment. Les projets ayant adopté cette stratégie sont initiés par des acteurs de la recherche qui, dans certains cas, en assurent également le portage et la coordination, jusqu'à ce que ces rôles soient endossés par un acteur public ou par une structure créée spécifiquement pour les besoins du projet. Nous considérons que cette approche est de type horizontal car l'initiateur du projet doit constituer un réseau réunissant à la fois des entreprises et des acteurs institutionnels et gouvernementaux qui, à la différence des approches verticales présentées ci-dessus, ne sont pas à l'initiative du projet. Dans une démarche verticale top-down, les acteurs publics cherchent à mobiliser les entreprises autour du concept de l'écologie industrielle. L'approche verticale bottom-up réunit des acteurs privés qui, au contraire, cherchent à mobiliser des acteurs publics pour leur permettre de réaliser le projet. Dans le cas d'une approche horizontale, l'initiateur doit mobiliser à la fois les entreprises et les

acteurs publics pour constituer un réseau au sein duquel les décisions sont prises collectivement et en fonction des objectifs du projet, partagés par l'ensemble des membres.

Burnside Industrial Park, Canada :

Comme précédemment dans le cadre du projet de Landskrona, en Suède, le parc industriel de Burnside constitue un terrain d'expérimentation idéale pour l'Université de Dalhousie, et plus particulièrement pour the School for Resource and Environmental Studies, acteur initiateur du projet. En effet, les activités de cet institut de recherche traitent, notamment, de la mise en œuvre du concept de l'écologie industrielle. De 1992 à 1995, le Professeur Ray Côté, de l'Université de Dalhousie a mené une première étude visant à identifier des opportunités de développement de synergies d'écologie industrielle. Les résultats ont montré que les entreprises soutenaient le principe de réutilisation des déchets mais n'étaient pas encore prêtes à entreprendre des actions systématiques. Le contexte organisationnel n'était pas favorable.

Le projet était jusqu'alors porté par l'Université qui, à partir de 1995, a expérimenté la mise en place d'un centre dont la mission était de fournir aux industriels des informations concernant les méthodes et techniques de réductions de déchets, de prévention de pollution ou de production plus propre. Un accompagnement dans la mise en place d'actions simples d'éco-efficacité s'est organisé. Ces améliorations ont engendré des bénéfices économiques et environnementaux à des échelles individuelles ou sur la base de partenariats. Grâce à cette expérimentation réussie, les entreprises du parc de Burnside ont appris à se connaître et à accorder leur confiance à l'équipe de l'Université de Dalhousie. Par ailleurs, la province de Nouvelle-Ecosse, et plus particulièrement la municipalité de Halifax, aménageur du parc, devait faire face, à la même époque, à des difficultés liées à l'élimination des déchets solides en décharges (fuites de lixiviats, odeurs, présence d'oiseaux, etc.). Sous la pression de la société civile et des riverains, réclamant le rachat de leur habitation par la Municipalité, celle-ci a décidé d'adopter une nouvelle stratégie de gestion des ressources incluant une série d'interdictions de mise en décharge pour des matériaux recyclables ou compostables.

C'est dans ce contexte particulier que l'Eco-efficiency Center a été créé, en 1998, avec la participation financière de l'Université de Dalhousie, Nova Scotia Power Inc (principal producteur d'électricité en Nouvelle Ecosse), l'agence de promotion économique du Canada Atlantique (ACOA), le Resources Recovery Funds Board

(RRFB), le gestionnaire du Parc de Burnside, à savoir la Municipalité Régionale de Halifax et la fondation Salamander. Cet organisme à but non lucratif est rattaché à l'Université de Dalhousie. Le centre travaille pour l'amélioration des performances environnementales et financières des petites et moyennes entreprises en Nouvelle-Ecosse tout en encourageant les démarches de coopération. Parmi ces missions, il assure dès lors le portage et la coordination du projet d'écologie industrielle mené sur le Parc de Burnside.

Les actions collectives mise en œuvre dans le cadre de ce projet peuvent être co-financées par les entreprises qui en bénéficient et la municipalité d'Halifax.

Si jusqu'en 1998 l'équipe projet n'était constituée que de chercheurs de l'Université de Dalhousie, elle se compose aujourd'hui de l'Université de Dalhousie, de l'Eco-efficiency Center, et de la Municipalité de Halifax qui y voit l'opportunité de développer de nouvelles stratégies de valorisation des déchets, tout en améliorant la compétitivité des entreprises et l'attractivité du parc industriel en se démarquant davantage des autres parcs grâce à l'application des principes de l'écologie industrielle.

ISP, Landskrona :

Le projet de symbiose industrielle à Landskrona a été initié par l'International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) de l'Université de Lund. Les activités de recherche de cet institut reposent, notamment, sur l'exploration du concept de l'écologie industrielle. Ce projet a donc été initié dans le but de disposer d'un terrain d'expérimentation de manière à analyser l'influence des facteurs organisationnels sur le développement de réseaux d'écologie industrielle et les mécanismes de coordinations des acteurs qui caractérisent l'existence de ces facteurs [Starlander, 2003]. Ce projet a également donné lieu à la réalisation d'une thèse de Doctorat dont le sujet traite du questionnement selon lequel les symbioses industrielles sont, ou non, des outils de durabilité des territoires [Mirata, 2005b].

De par ces activités de recherche, c'est tout naturellement que l'IIIEE est également l'acteur opérationnel de ce projet. Comme en Caroline du Nord, des étudiants de l'Université de Lund ont été mobilisés pour la réalisation de la collecte des données. Par ailleurs, ce projet constituant un territoire d'expérimentation pour la réalisation de travaux de recherche, il ne pouvait être coordonné par un autre acteur que l'IIIEE qui oriente la stratégie globale de mise en œuvre de la symbiose en cohérence avec l'objet de ces travaux.

Le portage du projet est, en revanche, assuré par la Municipalité de Landskrona, qui voit dans celui-ci l'opportunité de relancer l'économie locale et l'emploi et de réduire l'impact environnemental des activités. A l'échelle des entreprises concernées, il s'agissait :

- De réduire les coûts de gestion des déchets, de lutte contre la pollution, de gestion environnementale, d'approvisionnement en ressources,
- De réduire les coûts opérationnels,
- De développer de nouveaux produits et générer de nouvelles sources de revenus,
- D'améliorer leur image en termes de performance environnementale.

En effet, Landskrona est un port maritime connecté aux réseaux ferré et routier et sur lequel le développement de nouvelles activités économique est possible grâce à la présence de terrains inoccupés. Dans les années 1970, le chantier naval constituait le principal secteur d'activités de Landskrona. Il employait plus de 4000 personnes (sur 30 000 habitants). Mais à partir de 1980, un scandale environnemental est apparu à cause de la présence de nombreux sites pollués par la forte activité industrielle (chantier naval, production de fertilisant). La municipalité s'est alors engagée, sous la pression des riverains, dans une reconversion des activités économiques locales. Elle a notamment créé un centre de développement des affaires, favorable à l'implantation de petites entreprises, et ouvert un nouveau chantier naval exclusivement axé sur le recyclage. Pour poursuivre dans cette voie, la municipalité de Landskrona s'est récemment engagée dans la rédaction de son Agenda 21. Le projet de mise en œuvre d'une symbiose industrielle à Landskrona semble s'inscrire dans le contexte politique de la Municipalité.

Comme précédemment, le financement du projet est public et provient d'un acteur unique : la municipalité de Landskrona, dont les fonds proviennent de l'agence nationale suédoise pour le développement économique (NUTEK). Si nous avons précisé précédemment que l'initiative de ce projet vient de l'Université de Lund, nous pourrions penser, en réalité, que l'initiateur est la municipalité de Landskrona. En effet, celle-ci a lancé un appel à projet, concernant la mise en œuvre d'une symbiose industrielle à Landskrona, auquel l'IIIEE a répondu. Dans les faits, l'initiative vient de l'Université de Lund qui, très rapidement, pour permettre à ce programme de voir le jour, s'est entretenue avec un ensemble d'acteurs publics et privés locaux de manière à définir une stratégie de mise en œuvre. C'est donc pour pouvoir bénéficier des fonds

de la NUTEK que cet appel à projet a été orchestré par la Municipalité de Landskrona, sous les conseils avisés de l'Université de Lund.

L'équipe projet se compose naturellement de l'IIIEE, des départements Environnement et Technique de la municipalité de Landskrona, mais également de l'Office pour les Affaires et l'Industrie. Ces acteurs, aux compétences variées et complémentaires, ont permis de mener avec succès cette démarche d'écologie industrielle sur la ville de Landskrona. En effet, le département Environnement de la municipalité dispose d'une bonne connaissance des entreprises et de leurs performances environnementales. Il a contribué à trouver des aires de synergies potentielles, conseillé le réseau sur la réglementation environnementale et ses évolutions. Le département technique de la municipalité s'occupe du système énergétique de la ville, de la voirie et du réseau ferré. Il a donc contribué à l'évaluation de la faisabilité technique, d'un point de vue logistique notamment, des synergies identifiées. Enfin, l'Office pour les Affaires et l'Industrie est en charge de l'implantation de nouvelles entreprises, de l'organisation de rencontres thématiques, et participation activement au sein du groupe de certifications ISO 14000.

Enfin, le porteur du projet Suédois est la municipalité de Landskrona qui attend de la création d'un réseau de symbiose industrielle que celui-ci renforce la durabilité et la compétitivité du territoire.

IIMFM, Allemagne :

En Allemagne, l'initiateur du projet est l'Institute for Eco-Industrial Analysis (IUWA) qui, comme précédemment, dans le cadre de ses activités de recherche, souhaitait explorer les opportunités économiques et écologiques d'une coopération entre petites et moyennes entreprises basée sur des échanges de matières. La première phase du projet visait à analyser comment développer un noyau stable de coopération interindustrielle sur une zone au sein de laquelle les acteurs n'entretiennent aucune relation. La seconde phase cherchait à comprendre comment élargir ensuite un système de coopération interindustrielle à une région.

Au début du projet, celui-ci était porté et coordonné par l'IUWA, qui était également l'unique acteur opérationnel. La municipalité de Heidelberg voyait dans ce projet l'opportunité de redynamiser le territoire et d'accroître son attractivité. En effet, la zone industrielle de Pfaffengrund a connu une importante crise économique au début des années 1990, entraînant la fermeture totale ou partielle de sites industriels et augmentant ainsi le taux de chômage du territoire. C'est pourquoi, lors de la première

phase du projet, la municipalité d'Heidelberg a grandement facilité la mise en relation de l'IUWA avec les entreprises de la zone, même si celle-ci n'était pas identifiée en tant que porteur de la démarche. Dans le cadre de la seconde phase du projet, l'IUWA a créé le réseau AGUM dont l'objectif est de supporter les échanges et collaborations interindustriels sur l'ensemble du territoire. Les Universités de Mannheim et d'Heidelberg se sont alors associées à l'IUWA. Au regard des bénéfices économiques et environnementaux réalisés à l'échelle de la zone industrielle de Pfaffengrund, la Municipalité de Heidelberg a souhaité intégrer officiellement le principe de l'écologie industrielle dans sa politique d'aménagement du territoire et a ainsi créé un réseau identique à l'AGUM en 2003. Rapidement, ces réseaux ont fusionné et aujourd'hui, nous pouvons dire que le projet est véritablement porté par la Municipalité qui en assure également la coordination.

Concernant le financement, celui-ci est assuré par le Ministère fédéral Allemand de l'Education et de la Recherche, ainsi que par les entreprises participantes au réseau constitué au cours de la deuxième phase du projet (contribution mineure).

Enfin, l'équipe projet, dont la composition a évolué, est constituée de l'IUWA et, à partir de la seconde phase, de représentants du département d'économie politique de l'Université d'Heidelberg et du département de Géographie de l'Université de Mannheim, des entreprises membres du réseau d'échange créé au cours de la seconde phase, de la municipalité de Heidelberg et de la chambre de commerce et d'Industrie de la Rhine-Neckar.

CEIA, France :

Dans l'Aube, le projet du Club d'écologie industrielle est porté, à ses débuts, par le Conseil Général. Celui-ci y voit l'opportunité d'améliorer la compétitivité des entreprises et l'attractivité du département, ce qui le rend légitime quant au portage de ce projet. En effet, historiquement dominé par l'industrie du textile, l'Aube a été marqué par le déclin de ce secteur d'activités ces 30 dernières années. Malgré le développement de la métallurgie, devenu le premier secteur d'activités en nombre d'emplois, le territoire est constitué essentiellement de petites et moyennes entreprises et est confronté à une pression grandissante provenant d'un durcissement de la réglementation d'une part et de la mondialisation économique d'autre part. Par ailleurs, soutenir un projet d'écologie industrielle s'inscrit parfaitement dans le cadre des missions du Conseil Général de l'Aube dont l'une d'entre elles repose en effet sur la création de conditions favorables au développement économique du territoire. Cette mission se traduit par le soutien aux

activités économiques, à leur extension, leur diversification, à l'aménagement de zones d'activités et à la création d'activités nouvelles. Le Conseil Général doit également permettre aux entreprises d'innover.

L'initiateur du projet est le Centre de Recherches et d'Etudes Interdisciplinaires sur le Développement Durable (CREIDD) de l'Université de Technologie de Troyes. Comme les deux précédents cas analysés, les activités de recherche du CREIDD portent, notamment, sur la mise en œuvre de l'écologie industrielle. Ce projet résulte donc de la volonté du CREIDD d'expérimenter ce concept dans le cadre des travaux de la thèse de Cyril Adoue réalisés en partenariat avec EDF R&D et visant à développer un outil d'identification de synergies d'écologie industrielle. Le CREIDD a endossé le rôle de coordinateur et d'acteur opérationnel du projet jusqu'à ce que la convention régissant le fonctionnement du club d'écologie industrielle ne voit le jour en 2005. C'est alors que le Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube est né et est devenu le coordinateur et l'acteur opérationnel du projet. En 2008, après avoir mené, avec succès, de multiples actions renforçant la communication entre les acteurs institutionnels d'une part, et les industriels d'autre part, le Club est devenu une association loi 1901.

Jusqu'en 2005, le projet était financé par le Conseil Général de l'Aube. Depuis 2008, celui-ci est financé par les cotisations des membres de l'association et par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre du projet COMETHE. Le Conseil Général de l'Aube met également à disposition du Club un ingénieur territorial dont la mission est de l'animer et de coordonner les actions qui en résultent.

L'équipe projet a évolué au cours du temps et est naturellement constituée du CREIDD et du Conseil Général de l'Aube. On trouve également des acteurs qui ont contribué à la création du Club, qui ont été signataires de la Convention de 2005 en régissant le fonctionnement, et qui sont membres de l'association aujourd'hui, à savoir, les trois chambres consulaires de Troyes et Aube Développement, la cellule de développement économique du département. Des industriels moteurs font également partie de cette équipe projet depuis sa création. Enfin, la communauté d'Agglomération de Troyes a récemment rejoint cette équipe en devenant membre de l'association.

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques générales inhérentes aux stratégies horizontales adoptées pour mener les projets étudiés, concernant la constitution de l'équipe projet, ainsi que les points forts et les points faibles qui en résultent.

| | |
|----------------------------|--|
| Caractéristiques générales | <p>Le projet est initié par un acteur de la recherche souhaitant expérimenter les principes de l'écologie industrielle sur le terrain.</p> <p>On observe un transfert du portage du projet de l'initiateur à un acteur public ou à une structure créée spécifiquement pour les besoins du projet.</p> <p>Le porteur a mené, ou mène dans le cadre du projet, des actions collectives réussies de manière à créer une relation de confiance avec les entreprises.</p> <p>Le financement est mixte : public, privé et recherche (sauf concernant le projet mené à Landskrona exclusivement financé par la municipalité).</p> <p>Construction d'une proximité organisationnelle entre l'ensemble des acteurs impliqués dans le projet.</p> <p>Convergence des enjeux du territoire et des autorités gouvernementales locales (économiques ou environnementaux) avec ceux du projet d'écologie industrielle.</p> |
| Points forts | <p>Constitution d'un réseau (ou d'une structure) institutionnalisé pour la coordination du projet.</p> <p>Financement pérenne, c'est-à-dire, qui ne correspond pas à une subvention accordée dans le cadre d'un projet à durée limitée (à l'exception du projet de Landskrona).</p> <p>Présence d'acteurs opérationnels experts en écologie industrielle (équipes de recherche).</p> |
| Points faibles | <p>La mobilisation de l'ensemble des acteurs aboutissant à la constitution d'un réseau institutionnalisé est un processus long au cours duquel il est nécessaire de maintenir une dynamique.</p> <p>Il est difficile de mobiliser à la fois les entreprises et les acteurs publics tout en respectant le jeu d'acteur en présence qui peut être plus ou moins politisé.</p> |

Tableau 9 : Caractéristiques générales des stratégies de type horizontal.

Si nous ne pouvons pas considérer de manière stricte que ces sept expérimentations soient parfaitement représentatives de l'ensemble des démarches visant à mettre en œuvre une symbiose industrielle dans le monde, nous pensons cependant que le fait que quatre d'entre elles aient été menées suivant une stratégie horizontale peut nous permettre de supposer l'efficacité de cette stratégie par rapport aux deux autres présentées ci-dessus. En effet, si deux projets ont été menés en adoptant une démarche verticale ascendante ou descendante, celles-ci doivent leur succès au contexte relationnel particulièrement favorable caractérisant la nature des relations des acteurs publics et privés sur les territoires. Nous pensons en effet que s'il existe, par exemple, une association d'entreprises réunissant la quasi-totalité des industriels présents sur le territoire d'étude et entretenant des relations basées sur la coopération

avec les autorités gouvernementales locales, voire nationale, celle-ci est naturellement désignée comme étant l'acteur le plus légitime pour porter et coordonner la mise en œuvre d'une symbiose industrielle. Ce constat est d'autant plus vrai si l'association a, dans le passé, mené avec succès des actions collectives grâce auxquelles elle s'est attirée la confiance de l'ensemble des acteurs (publics et privés) du territoire. Mais ce contexte particulièrement favorable à l'émergence de l'écologie industrielle reste rare et dans la plupart des cas, l'adoption d'une stratégie horizontale sera privilégiée, comme nous le verrons dans le chapitre suivant.

2.3.2. Les territoires et périmètres d'étude

Dans le cadre de cette analyse, nous distinguons la notion de territoire de celle de périmètre d'étude. On entend ici par territoire l'espace géographique correspondant au territoire juridico-administratif à l'échelle duquel le projet est déployé. Le périmètre d'étude évoque plus précisément les entreprises ciblées dans la recherche de synergies d'écologie industrielle, c'est-à-dire les futures entreprises d'une potentielle symbiose industrielle.

Le choix de l'échelle du territoire et du périmètre d'étude est une question essentielle de la stratégie de mise en œuvre de l'écologie industrielle. L'analyse des cas retenus dans ce travail met en évidence le fait que des projets peuvent être menés à des échelles différentes et que le périmètre d'étude peut être défini de multiples façons. Par ailleurs, il arrive que des études soient menées à des périmètres différents au sein d'un même projet. Le tableau suivant restitue l'échelle des territoires et les périmètres d'étude au sein desquels les projets analysés ont été menés.

| Projet | Territoire | Périmètre d'étude |
|-----------------------------------|--|---|
| Burnside Industrial Park, Canada | Parc industriel de Burnside | Première étude : 278 entreprises Depuis la création de l'Eco-Efficiency Center, les démarches menées sont susceptibles de concerner l'ensemble des entreprises du parc |
| IIMFM, Allemagne | Phase 1 : zone industrielle de Pfaffengrund Phase 2 : Région de la Rhine-Neckar | Phase 1 : 14 entreprises Phase 2 : les 14 entreprises de la phase 1 + 6 autres |
| KIS, Kwinana, Australie | Zone industrielle de Kwinana | Toutes les entreprises de la zone industrielle (37) et 15 entreprises se trouvant à sa périphérie. |
| ISP, Landskrona, Suède | Ville de Landskrona | 19 entreprises dans un périmètre de 4 km et appartenant à 3 zones industrielles différentes |
| INES, Rotterdam, Pays-Bas | Zone industrielle du Port de Rotterdam | Phase 1 : 69 entreprises Phase 2 et 3 : les démarches menées sont susceptibles de concerner l'ensemble des entreprises de la zone |
| CEIA, France | Département de l'Aube | Première étude : 50 entreprises Ensuite les démarches menées sont susceptibles de concerner l'ensemble des entreprises du département |
| IEDP Caroline du Nord, Etats-Unis | Phase 1 : 6 comtés de Caroline du Nord Phase 2 : 8 zones industrielles | Phase 1 : 182 entreprises réparties sur les 6 comtés Phase 2 : nc |

Tableau 10 : Territoires et périmètres d'étude des projets analysés.

A partir de l'analyse de ce tableau, nous allons tenter de mettre en évidence, s'il existe, le lien entre des spécificités contextuelles inhérentes à la région sur laquelle s'inscrit le projet d'écologie industrielle, et le choix d'une échelle pertinente d'un territoire et d'un périmètre d'étude.

L'échelle du territoire retenu :

Concernant le territoire sur lequel le projet d'écologie industrielle est mené, nous pouvons constater qu'il existe un lien entre celui-ci et l'acteur porteur du projet. En effet, la symbiose industrielle de Landskrona est mise en œuvre à l'échelle de la ville et

le porteur du projet est justement l'autorité municipale. De même, les missions du Club d'écologie industrielle de l'Aube dont le portage est assuré par le Conseil Général de l'Aube, concernent l'ensemble du département. Il s'agit de l'espace géographique sur lequel s'exerce le pouvoir de l'acteur porteur, ce qui justifie le choix de ce territoire.

L'analyse des projets menés à Kwinana, en Australie, sur le port de Rotterdam et en Caroline du Nord nous permet de mettre en évidence une seconde justification quant à l'espace géographique retenu. Ces démarches sont menées cette fois à l'échelle du territoire d'influence des initiateurs, ce qui, comme précédemment, en justifie pleinement le choix.

La symbiose de Kwinana et le projet INES ont tous deux été initiés par les associations d'entreprises des zones industrielles concernées. Les territoires retenus sont donc naturellement les zones industrielles de Kwinana, en Australie et du Port de Rotterdam aux Pays-Bas, car les projets s'inscrivent dans les missions des associations.

En Caroline du Nord, l'initiateur du projet est le Triangle J Council of Government regroupant des structures gouvernementales volontaires appartenant aux sept comtés de la Caroline du Nord, à savoir : Chatham, Durham, Johnston, Lee, Moore, Orange et Wake. Cet organisme étant notamment en charge du développement économique et de la planification à l'échelon local et de la région correspondant aux sept comtés, c'est naturellement que le TJCOG a souhaité expérimenter le concept de l'écologie industrielle à l'échelle de l'ensemble de son territoire d'influence. Cependant, seul six des sept comtés regroupés dans la région J sont concernés par le projet. Nous n'avons pas de précision concernant cette restriction mais nous pensons que cela puisse s'expliquer par le fait qu'aucun acteur institutionnel représentant le comté de Moore ne figure dans l'équipe projet. Par ailleurs, la présentation de ce projet réalisée par Judy Kincaid et Michael Overcash dans un article publié en 2001 dans le Journal of Industrial Ecology [Kincaid, 2001] laisse à penser qu'en 1997, date de lancement de l'initiative, le Triangle J Council of Government ne regroupait que les institutions gouvernementales de 6 comtés, ce qui expliquerait l'absence de la participation du comté de Moore à ce projet.

Enfin, les projets menés sur le Parc Industriel de Burnside, au Canada, et en Allemagne présentent une caractéristique commune : ils résultent de la volonté d'un centre de recherche d'expérimenter le concept de l'écologie industrielle sur un territoire. C'est également le cas du projet mené dans le département de l'Aube, à l'initiative du CREIDD, de l'Université de Technologie de Troyes. Cependant, dans ce dernier cas, si l'initiative émane effectivement d'un laboratoire de recherche, l'échelle

du territoire sur lequel mener l'expérimentation a été définie en partenariat avec le Conseil Général de l'Aube qui, très rapidement a souhaité assurer le portage politique de ce projet, d'où le choix de l'échelle départementale. En revanche, même si des structures gouvernementales sont intégrées dans les équipes projets en Allemagne et au Canada, les démarches sont portées et coordonnées par les centres de recherches les ayant initialisées.

Dans le cas du projet mené par l'IUWA, en Allemagne, cet institut souhaitait analyser comment développer un noyau stable de coopération interindustrielle sur une zone d'activités au sein de laquelle les acteurs n'entretiennent aucune relation. Le choix s'est donc porté sur une première expérimentation menée sur la zone industrielle de Pfaffengrund, à Heidelberg, car celle-ci présentait l'ensemble des caractéristiques souhaitées par l'IUWA : elle est composée de petites et moyennes entreprises, de secteurs d'activités industriels variés et n'entretenant pas de relations particulières les unes avec les autres. Il s'agissait d'une zone industrielle ordinaire et représentative de la plupart des zones industrielles allemandes. A l'issue de cette première phase au cours de laquelle des synergies ont été identifiées et mises en œuvre, l'IUWA souhaitait comprendre comment élargir ce réseau de coopération interindustrielle à une région. C'est pourquoi la seconde phase du projet a été menée à l'échelle de la région Rhine-Neckar, comprenant les villes de Mannheim, Ludwigshafen et Heidelberg. Au Canada, nous pensons que le choix de l'Université de Dalhousie s'est porté sur le parc industriel de Burnside en raison de sa proximité géographique d'une part, et de ses caractéristiques économiques d'autre part. La stratégie de déploiement de l'écologie industrielle la plus répandue, notamment en Amérique du Nord, est la création d'éco-parc. Cette tendance justifie le choix de l'Université de Dalhousie pour le parc Industriel de Burnside.

A partir de l'analyse de ces expérimentations, le critère de choix de l'échelle du territoire qui semble dominant est un critère politique au sens légal. Il s'agit généralement de la zone sur laquelle s'exercent le pouvoir et les compétences du porteur de projet.

Le périmètre d'étude :

Le périmètre d'étude correspond aux entreprises implantées sur le territoire sur lequel est mené le projet, et effectivement impliquées dans celui-ci. On trouve deux configurations différentes dans les cas analysés ici.

Tout d'abord, en Australie et en Allemagne (première phase du projet portant sur la zone industrielle de Pfaffengrund), l'ensemble des entreprises sont concernées par la

recherche de synergies d'écologie industrielle. Dans le cas du projet mené sur la zone industrielle de Kwinana, il a même été décidé de ne pas se contenter des entreprises appartenant au territoire mais d'élargir le périmètre d'étude à 15 entreprises se situant à la périphérie de la zone. Cette stratégie est envisageable lorsque les territoires considérés ne comptabilisent qu'un nombre restreint d'entreprises. La zone industrielle de Pfaffengrund, à Heidelberg, compte en effet une trentaine d'activités, contre 37 sur la zone industrielle de Kwinana. Lorsque les territoires sont plus vastes, la stratégie mise en œuvre consiste généralement à expérimenter la recherche de synergies d'écologie industrielle sur un échantillon limité d'entreprises, judicieusement sélectionnées, tel que cela a été fait à Landskrona, en Caroline du Nord, à Burnside, dans l'Aube et sur le port de Rotterdam. En effet, la collecte systématique des flux entrants et sortants de l'ensemble des entreprises, lorsque celle-ci sont nombreuses, représente un travail colossal nécessitant des moyens financiers et humains dont ne disposent pas toujours les équipes projet. De plus, la collecte de données est une étape très chronophage qui n'est pas en phase avec la planification des projets, généralement imposée par des contraintes liées aux subventionnements. Mener une première étude sur un échantillon d'entreprises, de manière à identifier des opportunités d'échanges de flux de matières et d'énergie, de manière générique, pour ensuite étendre l'étude de faisabilité de ces synergies à l'ensemble des entreprises potentiellement concernées par celles-ci, est une stratégie permettant de gagner en efficacité. C'est ainsi que les projets ont été menés à Landskrona, sur le parc industriel de Burnside, dans l'Aube, à Rotterdam et en Caroline du Nord.

Les critères selon lesquels les entreprises ont été sélectionnées dans le cadre du projet de Burnside ne sont pas connus mais nous pensons qu'ils sont similaires à ceux qui ont été retenus pour la constitution des échantillons des autres projets, à savoir :

- la représentativité des secteurs d'activités présents sur le territoire,
- la répartition géographique des entreprises sur le territoire,
- la nature de leur activité et de leurs flux entrants et sortants,
- la sensibilité / préoccupation environnementale des entreprises,
- la taille des entreprises.

Les périmètres d'étude retenus dans le cadre des projets analysés dépendent donc de l'échelle du territoire retenu et explicité précédemment, ainsi que des spécificités inhérentes au tissu économique, définies grâce aux critères présentés ci-dessus.

2.3.3. Des objectifs poursuivis différents pour l'application d'un concept similaire

L'ensemble des projets analysés dans le cadre de ce travail poursuivent le même objectif, celui de mettre en œuvre, de manière opérationnelle, les principes de l'écologie industrielle visant à boucler les flux de matières et d'énergie entre des entreprises appartenant à un même territoire, en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels. Cependant, une analyse plus précise de ces démarches nous a permis de mettre en évidence, pour certaines, l'existence d'objectifs plus concrets et moins globaux qui se dégagent de l'expérimentation et qui sont valorisés par la structure porteuse car ils semblent se trouver en adéquation avec leur mission et/ou compétence, ainsi qu'avec les besoins des acteurs industriels en présence. Du point de vue de la stratégie de mise en œuvre de l'écologie industrielle, est-il préférable de communiquer sur les objectifs globaux relatifs à l'application des principes de l'écologie industrielle ou sur des objectifs plus concrets, au risque de restreindre l'ambition de la démarche ?

En Caroline du Nord, par exemple, l'objectif sur lequel communique le TJCOG n'est pas l'application des principes de l'écologie industrielle mais la réduction des coûts d'élimination des matières résiduelles et des consommations d'énergie. Cela traduit clairement la nature de l'enjeu poursuivi par le TJCOG à travers cette démarche, à savoir un enjeu éminemment économique visant à réduire les coûts relatifs à la gestion des déchets supportés par les différentes structures gouvernementales des comtés impliqués dans le projet. A Landskrona, l'objectif poursuivi est l'amélioration de la compétitivité individuelle des entreprises à travers des démarches collaboratives visant à réduire les coûts de gestion des déchets, de lutte contre la pollution, de gestion environnementale, d'approvisionnement en ressources, à développer de nouveaux produits générant de nouvelles sources de revenus et à améliorer leur image en matière de performances environnementales. L'enjeu de la municipalité de Landskrona est également économique et non environnemental. Nous pouvons qualifier ces objectifs de « secondaires » en ce sens que, d'un point de vue conceptuel, ils constituent des conséquences de la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle. Cependant, ils présentent la spécificité d'être parfaitement compréhensibles par les acteurs industriels dont la participation aux projets est souhaitée car ils répondent à leurs enjeux et à leurs contraintes. Ils sont également en adéquation avec les missions et actions des acteurs porteurs des projets. La municipalité de Landskrona, par exemple, travaille activement à la reconversion

économique des activités locales suite à la crise environnementale dont elle a été victime dans les années 1980. Les objectifs du projet d'écologie industrielle, tels qu'ils ont été introduits ci-dessus, s'inscrivent en cohérence avec l'engagement de la municipalité dans l'incitation à l'implantation de petites entreprises et dans l'ouverture d'un nouveau chantier naval exclusivement axé sur le recyclage. En Caroline du Nord, le TJCOG coordonnait à cette époque plusieurs programmes régionaux dont un concernant les déchets solides (Solid Waste Program). Ainsi, le choix d'orienter les objectifs du projet vers des objectifs à court terme axés notamment sur la réduction des coûts d'élimination des matières résiduelles permet aux acteurs industriels et institutionnels du territoire de mieux comprendre ce dont il s'agit d'une part, et de rattacher cette initiative aux actions ultérieures du TJCOG d'autre part.

De la même manière que l'échelle du territoire est définie en fonction de l'échelle d'action juridico-administrative de la structure ou de l'acteur porteur de la démarche, il semblerait que les objectifs affichés, et sur lesquels le porteur communique, soient en fait liés principalement aux enjeux économiques du territoire. Ces derniers peuvent être quantitatifs et viser une réduction des coûts liés à l'élimination et au traitement des déchets, ou encore qualitatifs et rechercher à améliorer la compétitivité des entreprises, voire l'attractivité des territoires.

L'analyse des sept projets retenus dans le cadre de ce travail nous a permis de mettre en évidence le fait qu'il n'existe aucune stratégie « universelle » ou « idéale » qui pourrait être reproduite à l'identique sur n'importe quel territoire. Chaque projet a déployé une stratégie différente concernant les aspects que nous avons choisis d'analyser ici, à savoir, la constitution de l'équipe projet, l'échelle du territoire retenue et la définition du périmètre d'étude, ainsi que les objectifs attendus et sur lesquels le porteur du projet communique. Et pourtant, l'ensemble de ces démarches a conduit à l'identification, voire à la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle. Comme nous avons essayé de le démontrer tout au long de l'analyse, les stratégies déployées dans le cadre de ces projets sont en cohérence avec des éléments de contexte spécifiques aux territoires sur lesquels ils sont menés. Ces éléments concernent le contexte économique, environnemental, politique et historique du territoire, mais également la qualité des relations existantes entre les acteurs, leur sensibilité environnementale et plus généralement, leur prise de conscience des enjeux du développement durable.

3. Synthèse du chapitre 3

L'objectif de ce chapitre était d'apporter un regard critique sur l'ensemble des travaux menés au sein de la communauté scientifique en matière de méthodologie et de stratégie de mise en œuvre de symbioses industrielles, de manière à positionner notre travail et à préciser son apport.

Tout d'abord, il convient de rappeler que, dans le cadre de ce travail, nous opérons une distinction entre ce que nous entendons par méthode ou méthodologie d'une part, ainsi que par stratégie d'autre part. Nous considérons en effet que la méthode est déconnectée de toute stratégie globale, ce qui lui confère un caractère décontextualisé. La stratégie, au contraire, vise à atteindre un but précis, qui, dans notre cas consiste à mettre en œuvre une symbiose industrielle sur un territoire.

Les principaux aspects méthodologiques actuellement disponibles dans la littérature scientifique peuvent être classés selon deux catégories : des recommandations issues de retours d'expériences et des recommandations davantage normatives concernant les processus décisionnels à mettre en œuvre. Après avoir présenté un état de l'art de ces recommandations, un processus décisionnel global regroupant, ordonnant et synthétisant l'ensemble des éléments méthodologiques dispersés dans la littérature scientifique a été proposé. Par ailleurs, trois recommandations d'ordre général constituant, selon nous, des facteurs de succès des démarches d'écologie industrielle, ont été formulées. La première fait référence à l'influence des facteurs organisationnels sur la création du contexte social favorable au déploiement de synergies d'écologie industrielle. La seconde évoque les différentes formes d'implication des acteurs publics et leur impact. La troisième précise la nécessaire pérennisation des démarches au-delà du simple projet borné dans le temps.

Le regroupement de l'ensemble de ces éléments méthodologiques au sein d'un même processus fait cependant émerger bon nombre de questions encore sans réponse aujourd'hui. Cependant, fournir les réponses à ces questions relève davantage, selon nous, de la définition de la stratégie que de l'élaboration d'une méthode. C'est pourquoi, dans la seconde partie, nous nous sommes intéressés à l'analyse de différentes stratégies déployées pour la mise en œuvre de projets d'écologie industrielle (sept retours d'expériences ont été étudiés grâce à une grille de lecture construite pour les besoins de ce travail). L'objectif de cette analyse était d'identifier, si elle existe, une stratégie « universelle » qu'il suffirait de reproduire pour garantir le

succès de futures démarches. En réalité, selon nous, celle-ci n'existe pas. Chaque projet analysé a déployé une stratégie différente, et pourtant, celles-ci ont conduit au succès des démarches initiées, en ce sens que des synergies ont été identifiées, voire mises en œuvre, car elles étaient parfaitement adaptées au contexte des territoires.

L'analyse a été menée à deux niveaux. Le premier nous permet de conclure sur le fait qu'il n'existe pas de stratégie « idéale » ou « universelle » mais que celle-ci doit être construite en cohérence avec le contexte politique, économique et environnemental du territoire, ainsi qu'avec le jeu d'acteurs en présence. Cependant, nous pouvons d'ores et déjà mettre en évidence trois types de stratégies différentes suivant la nature de l'acteur porteur du projet. Si celui-ci est un acteur ou une structure représentative d'acteurs de terrains, en l'occurrence d'entreprises, la stratégie déployée pourra être de type verticale ascendante, ou encore bottom-up. De même, si la démarche émane et est portée par un acteur public tel qu'une autorité gouvernementale locale, la stratégie pourra être de type verticale descendante, ou encore top-down. Le choix d'une stratégie verticale est cependant soumis à l'existence d'un contexte relationnel particulièrement favorable entre l'acteur porteur de la démarche et l'ensemble des parties prenantes. Celle-ci peut se caractériser par une relation de coopération et de confiance créée, par exemple, grâce à la réalisation, dans le passé, d'actions collectives réussies. Enfin, si la démarche n'émane ni d'un acteur de terrain ni d'une autorité gouvernementale, ou encore si le contexte relationnel entre les acteurs n'est pas favorable, nous pensons qu'il est préférable d'adopter une stratégie horizontale. Dans ce cas, l'initiateur doit mobiliser à la fois les entreprises et les acteurs publics pour constituer un réseau au sein duquel les décisions sont prises collectivement et en fonction des objectifs du projet, partagés par l'ensemble des membres. Le second niveau d'analyse nous permet de déduire, de ces cas d'étude, des généralités entre des éléments de contexte qui peuvent être similaires d'un territoire à l'autre et la stratégie à déployer. Selon des caractéristiques territoriales telles que celles présentées ci-après, l'objectif de ce travail est d'identifier le type de stratégie la plus cohérente (verticale ou horizontale), puis de l'élaborer, c'est-à-dire, notamment, de constituer l'équipe projet et de définir l'échelle du territoire et le périmètre de l'étude retenus.

Ces caractéristiques seront présentées dans la partie suivante, notamment dans le chapitre 4, dont l'objectif est de proposer une méthodologie globale d'aide à la décision permettant à un acteur de mettre en œuvre une symbiose industrielle, en commençant par construire sa stratégie en fonction du contexte de son territoire.

Conclusion de la première partie

Cette première partie visait principalement à présenter la problématique à laquelle ce travail de recherche ambitionne d'apporter des éléments de réponse, empruntant des concepts à différents champs scientifiques également introduits ici.

Dans le cadre du premier chapitre, nous avons explicité les fondements théoriques et opérationnels de l'écologie industrielle et avons démontré que ce domaine d'application répondait, en partie seulement, aux enjeux du développement durable, visant en premier lieu à optimiser, localement, la gestion des flux de matière et d'énergie des entreprises, de manière à répondre, avant tout, à des objectifs localisés de productivité et de compétitivité. L'importance du facteur humain et organisationnel dans la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle a d'ores et déjà été mise en évidence, même si cet aspect sera largement abordé dans la seconde partie. Nous avons également précisé et justifié que dans le cadre de notre travail, notre attention sera focalisée sur la mise en œuvre de symbioses industrielles, résidant dans le bouclage des flux de matière et d'énergie entre acteurs industriels proches géographiquement.

Le second chapitre visait à expliciter plus en détails ce qu'on entend par symbiose industrielle. Le caractère territorial des démarches d'écologie industrielle a notamment été mis en évidence. Nous avons montré, à la lumière des théories empruntées au courant d'analyse de l'Ecole de la Proximité, que l'écologie industrielle constitue un mode de développement territorial qui peut être considéré comme une forme particulière de système productif localisé. En ce sens, elle se présente comme une stratégie innovante en matière d'aménagement du territoire.

L'objectif de ce travail étant de proposer un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle, et plus précisément d'une symbiose industrielle, nous avons, à travers le troisième chapitre, apporté un regard critique sur l'ensemble des travaux menés au sein de la communauté scientifique concernant les aspects méthodologiques de manière à positionner notre travail et à préciser son apport. Un état de l'art des différents outils et éléments méthodologiques disponibles actuellement dans la littérature scientifique a été réalisé. Nous avons également étudié, grâce à une grille d'analyse construite pour les besoins de ce travail, des expérimentations menées à travers le monde de manière à mieux comprendre comment les différents outils et méthodes sont utilisés, et d'identifier d'éventuelles

lacunes. Le principal enseignement tiré de ce chapitre est le suivant : il n'existe pas de stratégie « universelle » ou « idéale » qu'il suffrait de reproduire pour garantir le succès de futures démarches. Celle-ci doit être construite en cohérence avec le contexte politique, économique et environnemental du territoire, ainsi qu'avec le jeu d'acteur en présence.

Dans la suite de ce travail, la seconde partie vise principalement à présenter les fondements de la méthode que nous proposons et visant la mise en œuvre, sur un territoire, d'une démarche d'écologie industrielle.

Partie 2 : Vers un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle

| | |
|---|------------|
| INTRODUCTION DE LA SECONDE PARTIE | 185 |
| CHAPITRE 4 : VERS UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UNE DEMARCHE D'ECOLOGIE INDUSTRIELLE | 187 |
| CHAPITRE 5 : LES SPECIFICITES DU TERRITOIRE FRANÇAIS | 275 |
| CONCLUSION DE LA SECONDE PARTIE | 351 |

Introduction de la seconde partie

Au regard de la validation des hypothèses constituant le cœur de notre travail et du positionnement de son apport au sein de la communauté scientifique (partie 1), cette seconde partie vise à présenter l'objet de cette thèse, à savoir, une méthode de mise en œuvre de démarches territoriales d'écologie industrielle en France. Cette méthode peut également être considérée comme un outil d'aide à la décision, comme nous pourrons le voir au cours des deux chapitres compris dans cette partie. De manière à en faciliter la lecture et la compréhension, nous appellerons la méthode développée ici STRATIS (STRATegy for Industrial Symbiosis). Nous avons choisi un acronyme anglophone car l'ambition de cette méthodologie n'est pas seulement française, ni même francophone. En effet, l'objectif du chapitre 4 est de présenter une méthode globale applicable dans n'importe quel pays industrialisé. Le chapitre suivant visera quant à lui à spécifier les éléments particuliers du contexte français, de manière à adapter cette méthodologie à notre territoire. Cette manière de procéder permettra, au-delà de ce mémoire de thèse, de rendre possible l'élaboration d'autres versions, applicables dans d'autres pays industrialisés, à condition de réaliser une étude similaire à celle qui sera présentée dans le chapitre 5.

Chapitre 4 : Vers un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle

| | |
|--|------------|
| 1. Etape 1 : Réalisation d'un diagnostic territorial | 193 |
| 1.1. Identification et classification des parties prenantes | 195 |
| 1.1.1. Identification des parties prenantes | 195 |
| 1.1.2. Caractérisation des acteurs | 203 |
| 1.1.2.1. Le pouvoir des acteurs | 204 |
| 1.1.2.2. La légitimité des acteurs | 208 |
| 1.1.2.3. L'intérêt des acteurs | 208 |
| 1.1.2.4. Classification des acteurs en fonction de leurs attributs | 210 |
| 1.2. Analyse du contexte territorial | 216 |
| 1.2.1. Contexte économique | 217 |
| 1.2.1.1. Analyse de la structure économique du territoire | 217 |
| 1.2.1.2. Evaluation de la santé économique du territoire | 219 |
| 1.2.1.3. Mesure de la sensibilité environnementale des acteurs économiques en présence | 219 |
| 1.2.2. Contexte politique | 220 |
| 1.2.2.1. Identifier les politiques publiques en matière d'environnement | 220 |
| 1.2.2.2. Identifier les politiques publiques en matière d'aménagement du territoire | 224 |
| 1.2.3. Contexte social | 226 |
| 1.2.3.1. La proximité vécue comme une contrainte | 226 |
| 1.2.3.2. La proximité vécue comme une opportunité | 227 |
| 1.2.4. Contexte organisationnel | 228 |
| 1.2.4.1. Identification d'un (ou plusieurs) acteur(s) incontournable(s) | 229 |
| 1.2.4.2. Analyse des réseaux professionnels animés par des organismes représentatifs | 229 |
| 1.2.4.3. Identification de démarches collectives réussies | 230 |
| 1.2.5. Contexte environnemental | 230 |
| 1.2.5.1. Identification de zones polluées | 230 |
| 1.2.5.2. Evaluation de la sensibilité environnementale du territoire | 231 |
| 1.2.6. Synthèse : une grille d'analyse du contexte territorial | 231 |
| 2. Etape 2 : Définition de la stratégie de mise en œuvre | 234 |
| 2.1. Constitution de l'équipe projet | 236 |
| 2.1.1. Composition initiale de l'équipe projet | 237 |
| 2.1.1.1. Le porteur | 237 |
| 2.1.1.2. Le coordinateur | 240 |
| 2.1.1.3. Le financeur | 242 |
| 2.1.1.4. Les acteurs opérationnels | 243 |

| | |
|--|------------|
| 2.1.1.5. Les autres acteurs de l'équipe projet | 244 |
| 2.1.2. Evolution de l'équipe projet en un réseau institutionnalisé | 245 |
| 2.2. Définition de l'objectif du projet et de l'échelle du territoire retenu | 250 |
| 2.2.1. Un territoire évolutif | 250 |
| 2.2.2. Des objectifs multiples pour un résultat similaire | 252 |
| 2.3. Autres éléments stratégiques | 254 |
| 2.3.1. L'animation du projet | 255 |
| 2.3.2. La communication | 256 |
| 2.3.3. L'organisation générale et la planification | 256 |
| 2.3.4. La recherche de financements | 259 |
| 3. Les autres étapes du processus d'aide à la décision | 260 |
| 3.1. Etape 3 : Déroulement du projet | 261 |
| 3.2. Etape 4 : Evaluation du projet | 261 |
| 3.2.1. Les caractéristiques d'une démarche d'écologie industrielle | 263 |
| 3.2.2. Comment mesurer l'institutionnalisation d'un réseau ? | 265 |
| 3.2.3. Les critères de pérennité d'une démarche d'écologie industrielle | 267 |
| 4. Synthèse du chapitre 4 | 271 |

L'objectif de ce chapitre est de présenter une méthode globale d'aide à la décision pour la mise en œuvre de symbioses industrielles. L'originalité de cette méthodologie est de reposer, dans un premier temps, sur un processus permettant à un acteur, quel qu'il soit, d'élaborer une stratégie de mise en œuvre de symbioses industrielles en fonction du contexte de son territoire (étapes 1 et 2). La méthodologie permet ensuite à l'acteur de déployer sa stratégie (étape 3) et d'évaluer les performances de la démarche mise en œuvre (étape 4). Dans le cadre de ces travaux, nous nous sommes principalement focalisés sur les deux premières étapes. Les éléments constitutifs des étapes 3 et 4 seront succinctement introduits et feront l'objet de recherches futures.

En introduction de ce chapitre, l'architecture de l'approche générique de mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle, appelée aussi STRATIS, sera brièvement présentée de manière à expliciter quelles sont les étapes détaillées dans le cadre de ce travail, et quelles sont celles qui renvoient à des travaux ultérieurs. Ainsi, la méthodologie proposée se compose de quatre étapes itératives dont les deux premières seront explicitement détaillées dans les parties 1 et 2 de ce chapitre. Dans une troisième partie, nous aborderons les deux autres étapes de cette méthodologie de manière plus succincte, et en lien avec nos perspectives de recherches futures.

La méthodologie globale que nous proposons (STRATIS) se présente comme un processus itératif en quatre étapes :

- Etape 1 : Réalisation d'un diagnostic territorial,
- Etape 2 : Définition de la stratégie de mise en œuvre,
- Etape 3 : Déroulement du projet,
- Etape 4 : Evaluation du projet.

Nous envisageons, dans le cadre de travaux futurs, de développer une version logiciel de cette méthodologie en proposant, pour chacune des étapes identifiées, des outils spécifiques tels que des grilles d'analyse ou des questionnaires qu'il sera nécessaire de créer à partir des réflexions théoriques présentées ci-après. Ces outils devront être opérationnels, simples et accessibles à n'importe quel acteur du territoire, que ce dernier soit issu d'un organisme privé ou public, et qui souhaiterait initier une démarche d'écologie industrielle sur son territoire.

Nous nous sommes focalisés sur les deux premières étapes en réponse aux lacunes méthodologiques identifiées dans le chapitre précédent et inhérentes à l'absence de recommandation concernant la stratégie de mise en œuvre. Par ailleurs, il existe actuellement de nombreuses recommandations et outils disponibles dans la littérature scientifique permettant de déployer une démarche d'écologie industrielle, une fois que

la stratégie est définie, c'est-à-dire de mener la troisième étape de notre processus. C'est pourquoi nous avons choisi, concernant cette troisième étape, de la structurer uniquement, et nous invitons le lecteur à se référer à la sous-partie 1.2 du chapitre précédent pour une description précise des éléments méthodologiques, actuellement disponibles, qui seront intégrés à l'outil informatique de manière opérationnelle (procédure, grille, questionnaire, etc). Par ailleurs, le projet COMETHE, dans lequel nous sommes impliqués, vise à apporter un certain nombre d'éléments aux questions actuellement sans réponse aujourd'hui et identifiées dans le chapitre précédent. Ces aspects ne seront donc pas abordés dans le cadre de ce travail. Le processus global de mise en œuvre de l'écologie industrielle à l'échelle d'un territoire français sera complété par les enseignements résultant de ce projet, lorsque celui-ci sera terminé. Ils concernent principalement l'élaboration d'outils d'évaluation de la faisabilité technico-économique et réglementaire, ainsi qu'une méthodologie d'évaluation du bénéfice environnemental et d'analyse des risques liés à la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle, pour les entreprises qui en sont les acteurs et pour le territoire sur lequel le projet se déroule. Enfin, la dernière étape du processus proposé est destinée à évaluer la démarche mise en œuvre. Nous présenterons, dans le cadre de ce travail, les critères selon lesquels nous pouvons considérer qu'une démarche d'écologie industrielle est pérenne, et suggérerons des pistes concernant l'élaboration d'outils spécifiques d'évaluation et d'analyse. Cet aspect devra faire l'objet de travaux de recherche complémentaires, de manière à compléter le processus proposé ici, notamment à partir des expérimentations menées dans le cadre du projet COMETHE.

De manière à faciliter la compréhension, nous proposons d'illustrer STRATIS grâce à une représentation descendante, hiérarchique et structurée de diagrammes telle que présentée sur la figure ci-après.

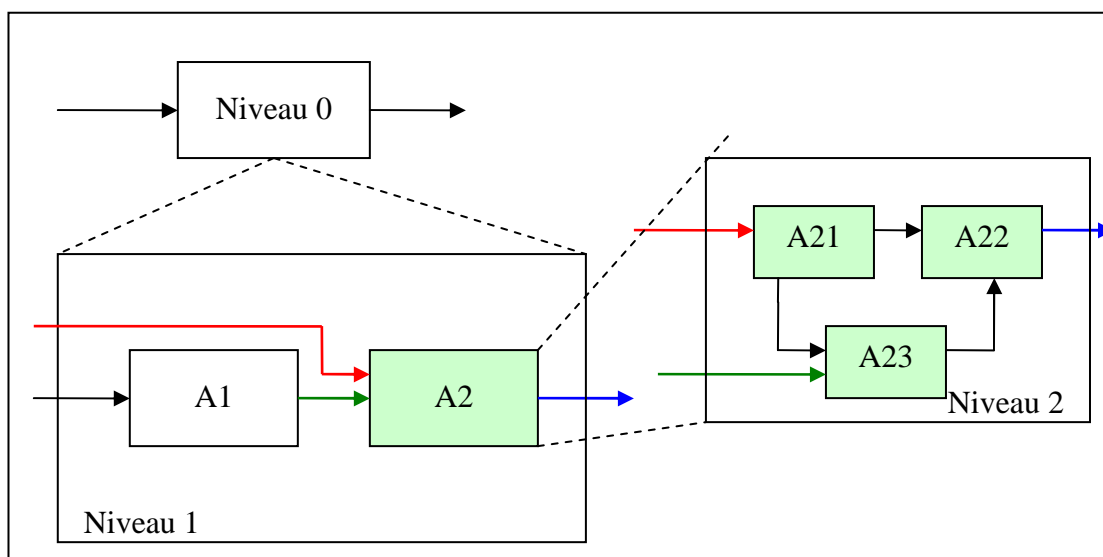


Figure 6 : Représentation agrégée des différentes étapes du processus méthodologique global.

Nous avons choisi cette représentation dans un souci de lisibilité et d'exhaustivité⁵³. Elle permet en effet d'appréhender la méthode dans sa représentation la plus globale et agrégée (à un niveau 0), ainsi que dans le détail des quatre étapes qui la composent (à des niveaux supérieurs), tout en visualisant la hiérarchie selon laquelle elles doivent être réalisées, ainsi que les résultats attendus à l'issue de chacune d'entre elles, conditionnant le passage à la suivante.

Chaque activité ou étape est représentée par un bloc, les blocs étant reliés les uns aux autres par des flèches, constituant ainsi un diagramme. Les flèches indiquent les données ou informations nécessaires à la réalisation de l'action d'un bloc (en entrée), ainsi que le résultat de l'action de ce bloc (en sortie). Chaque bloc peut donner lieu à un diagramme de niveau supérieur de manière à en détailler le contenu. Sur la figure ci-dessus, pour réaliser l'action globale définie au niveau 0, deux actions doivent être menées : l'action 1 (bloc A1) puis l'action 2 (bloc A2). Par ailleurs, le bloc A2 du diagramme de niveau 1 se décompose en trois blocs A21, A22 et A23, formant ainsi un diagramme de niveau 2, et ainsi de suite jusqu'à la représentation la plus fine de l'ensemble des étapes à mener pour la mise en œuvre d'un projet d'écologie industrielle à l'échelle d'un territoire.

Le processus global de mise en œuvre d'une symbiose industrielle (STRATIS), selon cette représentation, conduit au logigramme suivant :

⁵³ Cette représentation s'inspire de la modélisation des systèmes complexes selon la méthode d'analyse fonctionnelle SADT [Ross, 1977], ainsi que de la représentation des métabolismes industriels [GEDEC, 2005].

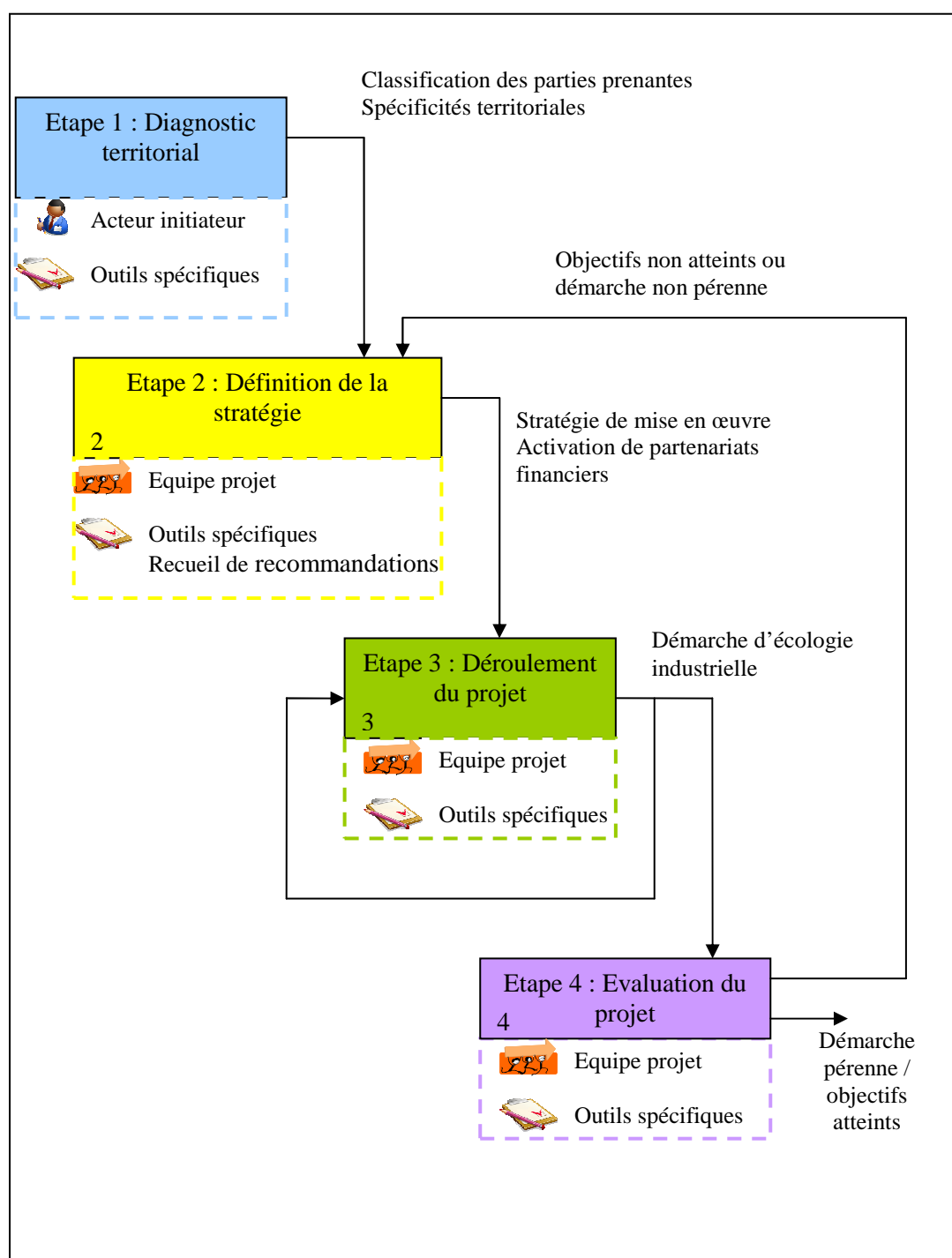


Figure 7 : Diagramme de STRATIS (niveau 1).

Les quatre étapes constitutives de la démarche de mise en œuvre d'une symbiose industrielle, telles que représentées sur la figure ci-dessus, sont itératives⁵⁴, l'achèvement de l'une conditionnant la réalisation de la suivante. Les informations se trouvant à droite des blocs correspondent aux résultats de l'étape réalisée. Il s'agit de

⁵⁴ Cela n'est pas complètement vrai. La stratégie consiste à adopter une démarche progressive (par exemple, mise en œuvre d'une symbiose industrielle entre 20 entreprises de la zone, puis entre toutes les entreprises de la zone, puis entre toutes les entreprises de la commune et ainsi de suite). Cet aspect sera abordé dans la sous-partie 2.2 de ce chapitre. Dans ce cas, pour chaque étape de la démarche progressive, la méthodologie STRATIS est déroulée. En ce sens, elle est itérative.

données créées par l'action décrite dans le bloc et conditionnant la réalisation des autres actions. Les acteurs susceptibles de mener ces tâches sont précisés sur ce diagramme, dans les blocs entourés de pointillés se trouvant à chaque étape. Ces blocs précisent également que des outils, tels que des grilles d'analyse, des questionnaires, des procédures, etc., seront mis à disposition des acteurs de manière à mener ces opérations. Cette représentation, de niveau 1, offre une vision globale qui, dans la perspective de créer, par la suite, un outil informatique, constituera l'architecture principale de celui-ci. Il suffira alors à l'acteur initiateur de cliquer sur les différentes étapes pour accéder aux diagrammes de niveau 2 et disposer ainsi de détails concernant leur déroulement. De même, des liens hypertextes lui permettront d'accéder, d'un simple clic, aux outils spécifiques (logiciels, grilles d'analyse, questionnaires, etc.) et au recueil de recommandations adaptées aux spécificités du contexte français, pour chacune des étapes.

De plus amples explications de ce diagramme seront fournies dans les points suivants. Notons cependant que les données résultant des activités menées sont notées ici de manière agrégée. Pour plus de détails, se référer aux diagrammes de niveau 2 présentés ci-dessous, notamment concernant les éléments constitutifs de la stratégie de mise en œuvre de la démarche.

Dans une première sous-partie, nous présenterons la première étape de STRATIS, à savoir, la réalisation d'un diagnostic territorial. Celui-ci comprend à la fois une identification et une classification des parties prenantes susceptibles de participer au projet, et une analyse du contexte du territoire pressenti pour la mise en œuvre de la démarche. La seconde sous-partie fait référence à la définition de la stratégie de mise en œuvre en fonction du diagnostic territorial réalisé précédemment. Dans la troisième sous-partie nous aborderons les deux dernières étapes de STRATIS de manière succincte et justifierons ce choix. Concernant l'évaluation de la démarche, nous tenterons cependant d'ébaucher des pistes de réflexion future à la lumière, notamment, de l'Economie des Conventions.

1. Etape 1 : Réalisation d'un diagnostic territorial

La réalisation d'un diagnostic territorial correspond à la première étape de la représentation de niveau 1 en Figure 7. La figure suivante en illustre la décomposition à un niveau de détail supérieur : le niveau 2.

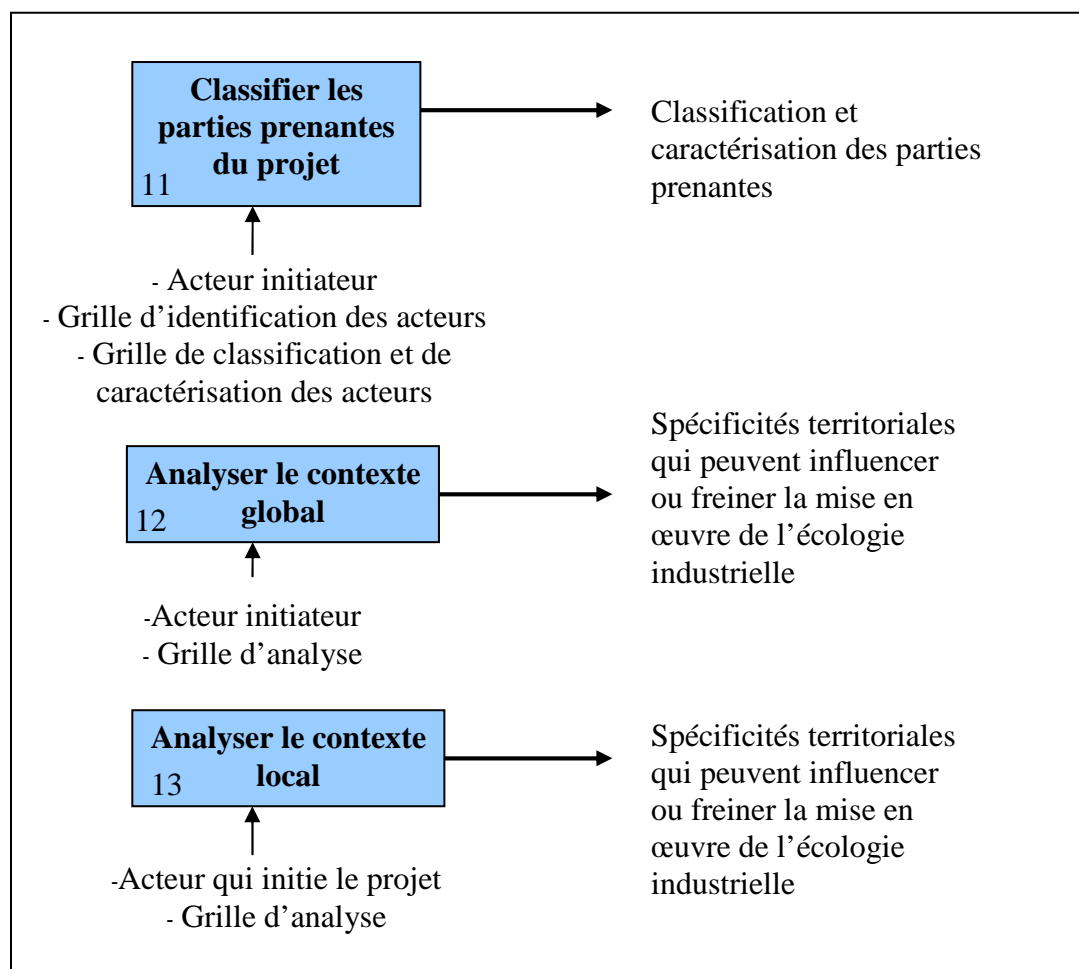


Figure 8 : Diagramme de réalisation du diagnostic territorial (bloc 1, niveau 2).

Comme nous l'avons vu précédemment, la stratégie de mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle doit être définie en fonction du contexte du territoire. Nous nous intéresserons donc, à travers cette première étape consistant à réaliser un diagnostic territorial, aux acteurs en présence et à la nature des relations qu'ils entretiennent, ainsi qu'au contexte politique, économique et environnemental du territoire. Cette étape comprend trois tâches distinctes, complémentaires et non hiérarchiques. Elles peuvent être menées successivement, dans n'importe quel ordre, ou simultanément. La première vise à identifier les parties prenantes et à proposer une classification de celles-ci. La seconde et troisième étape permettront ensuite de mettre en évidence les éléments spécifiques du contexte local (à l'échelle du territoire sur lequel le projet d'écologie industrielle est pressenti) et global (à une échelle plus large) susceptibles d'influencer ou de freiner la mise en œuvre de l'écologie industrielle. Ces données sont créées à partir des activités décrites dans les trois blocs se trouvant à gauche du diagramme en Figure 8. Elles sont utilisées en entrée du bloc 2 relatif à la définition de la stratégie (cf. Figure 7), car elles en conditionnent la réalisation.

Dans le cadre de cette première étape, nous proposons de travailler à l'échelle du territoire pressentie pour l'expérimentation de la démarche. Celle-ci sera alors confirmée comme étant, ou non, l'échelle la plus pertinente pour le déploiement d'une symbiose industrielle lors de la prochaine étape visant la définition de la stratégie de mise en œuvre.

L'ensemble de ces tâches pourra être mené par l'acteur initiateur de la démarche à l'aide de questionnaires et grilles d'analyses qui seront ultérieurement construits à partir du travail décrit ici. L'objectif de cette première étape est de fournir à cet acteur l'ensemble des éléments contextuels nécessaires à la définition d'une stratégie de mise en œuvre, en cohérence avec son territoire.

1.1. Identification et classification des parties prenantes

Cette étape correspond au bloc 11 présenté sur le diagramme de réalisation du diagnostic territorial (cf. Figure 8). Elle vise à identifier l'ensemble des acteurs susceptibles de constituer des parties prenantes du projet d'écologie industrielle, présents sur le territoire pressenti pour sa réalisation. L'objectif est ensuite, grâce à une grille d'analyse présentée ci-après, de les classer en potentiels acteurs porteurs, opérationnels, coordinateurs, ou financeurs, selon leurs missions et compétences, leurs enjeux, leurs contraintes et leur sensibilité à de telle démarche, de manière à constituer l'équipe projet lors de la prochaine étape de niveau 1 (cf. Figure 7). Enfin, comme nous l'avons vu dans la synthèse des éléments méthodologiques, présentée au chapitre précédent, l'un des facteurs de succès des démarches d'écologie industrielle repose sur l'existence d'un contexte social et relationnel favorable sur le territoire. Celui-ci est caractérisé par des relations coopératives entre les acteurs, basées sur la confiance mutuelle et le respect des intérêts de chacun. Ainsi, il conviendra de s'intéresser, pour chaque acteur retenu susceptible d'endosser le rôle de porteur et/ou de coordinateur, aux éléments caractérisant le comportement de ces individus, de manière à préciser s'ils disposent, ou non, des qualités requises.

1.1.1. Identification des parties prenantes

Lors de son retour d'expérience sur les pratiques internationales d'écologie industrielle, Benoit Duret a identifié huit catégories d'acteurs intervenant de près ou de loin dans la mise en œuvre d'une symbiose industrielle **[Duret, 2004]** :

- les collectivités territoriales,

- les entreprises et réseaux professionnels,
- les chambres de commerce et d'industrie,
- les structures de conseil,
- les agences d'Etat et services déconcentrés,
- la société civile,
- les agences de développement économique,
- les universités et instituts de recherche.

Il nous semble nécessaire d'identifier un maximum d'acteurs appartenant à chacune de ces catégories, présentées ci-après. Le but n'est pas d'être exhaustif car ce travail serait trop important, et par ailleurs inutile, mais de s'intéresser principalement aux acteurs les plus influents sur le territoire, soit aux « acteurs clés » potentiels, ainsi qu'aux acteurs connus de l'initiateur, c'est-à-dire, avec lesquels celui-ci a déjà eu l'occasion de travailler, d'échanger de l'information, ou plus globalement d'interagir, de manière à faciliter leur mobilisation pour leur participation au projet d'écologie industrielle.

Pour chaque acteur, nous proposerons des critères de sélection permettant d'identifier de potentielles parties prenantes de l'équipe projet. Nous suggérerons également une classification possible de ces acteurs dans l'une ou l'autre des catégories de l'équipe projet (porteur, coordinateur, financeur, etc.) en précisant, lorsqu'elles existent les spécificités conditionnant cette classification.

Collectivités territoriales

Seront privilégiées les autorités gouvernementales exerçant leur pouvoir à l'échelle du territoire pressenti pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle, si celui-ci correspond à un territoire juridico-administratif, ou à l'ensemble des autorités exerçant une compétence sur le territoire pressenti si celui-ci se trouve à l'interface de plusieurs territoires juridico-administratifs. La collectivité territoriale peut potentiellement endosser le rôle d'acteur porteur et/ou de financeur tel que le Conseil Général de l'Aube dans le cadre du projet du Club d'écologie industrielle de l'Aube, la municipalité de Heidelberg en Allemagne et de Landskrona en Suède.

Entreprises et réseaux professionnels

Cette catégorie fait référence aux entreprises d'une part, et aux réseaux professionnels d'autre part. On entend par réseaux professionnels les associations d'entreprises, ainsi que les centres techniques et organismes interprofessionnels réunissant les acteurs appartenant à un même secteur d'activité.

Les réseaux professionnels :

L'ensemble des associations regroupant des entreprises du territoire, quelque soit leur objet, devront être identifiées car celles-ci constituent des réseaux grâce auxquels la mobilisation des entreprises peut être facilitée. Ces acteurs peuvent potentiellement participer à l'équipe projet en tant que porteur ou coordinateur, tels que Deltalinqs sur le port de Rotterdam et KIC au sein de la zone industrielle de Kwinana. Selon les objectifs pressentis du projet, notamment si celui-ci vise les entreprises d'un secteur d'activité en particulier, l'organisme interprofessionnel de ce secteur agissant au niveau local pourra également être identifié, celui-ci étant susceptible de prendre part à l'équipe projet en tant que porteur, coordinateur ou acteur opérationnel, notamment à travers sa participation à l'analyse de la faisabilité des synergies.

Les entreprises :

Concernant les entreprises, nous proposons de retenir celles dont l'envergure est importante sur le territoire, en terme de dominance de l'activité économique, du nombre de salariés employés ou encore d'influence sur les autres acteurs industriels. Les grandes entreprises sont des acteurs financeurs potentiels des démarches d'écologie industrielle, surtout si celles-ci ont une sensibilité environnementale développée, si la protection de l'environnement constitue un choix stratégique, ou si leur activité présente un lien avec l'environnement. Ainsi, l'Eco-Efficiency Centre, sur le parc industriel de Burnside, est financé, en partie par Nova Scotia Power Inc., le principal producteur d'électricité de nouvelle Ecosse. Celles-ci peuvent de plus endosser le rôle d'acteur porteur de la démarche si elles sont considérées comme des exemples suivis par la majorité des petites entreprises, car insufflant une certaine dynamique au territoire. Une grande entreprise peut également justifier sa position d'acteur porteur dans le cadre d'un projet pour lequel il est nécessaire de mobiliser les acteurs publics telles que les autorités gouvernementales, dans le cas où cette entreprise constitue, de part son envergure, un enjeu économique important pour le territoire. Des petites et moyennes entreprises disposant d'une sensibilité environnementale suffisamment accrue pour se sentir concernées, ou ayant mené des démarches exemplaires en matière d'environnement, peuvent également être identifiées et intégrées à l'équipe projet de manière à faciliter la mobilisation des autres entreprises. C'est ainsi que les entreprises AT France et Dislaub ont participé aux réflexions menées dans le cadre du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, dès ses premières phases. Elles ne sont pas spécifiquement légitimes pour assurer, seules, le portage du projet, ni pour endosser le rôle d'acteur opérationnel ou coordinateur. Cependant, elles connaissent les

contraintes et enjeux des entreprises du territoire. Ainsi, en intégrant l'équipe projet, elles montrent l'exemple et se constituent porte-parole des entreprises lors de la définition de la stratégie de mise en œuvre. Elles peuvent également contribuer à l'analyse de la faisabilité de synergies d'écologie industrielle identifiées.

Enfin, les acteurs opérant dans le secteur de la collecte et du traitement de déchets industriels devront également être retenus et peuvent intégrer l'équipe projet en tant qu'acteur opérationnel, concernant l'analyse de la faisabilité technique et réglementaire des synergies.

Chambres de commerce et d'industrie (CCI)

Nous nous intéresserons en priorité aux (ou à la) chambre(s) de commerce et d'industrie locale(s) représentant les intérêts des entreprises du territoire pressenti. Selon les pays, celles-ci sont des organismes publics pour lesquels la participation financière des entreprises se traduit par le versement de taxes fiscales ou parafiscales tel qu'en Allemagne, en Autriche, en Espagne, en France, en Italie ou encore aux Pays-Bas, ou des organismes à caractère associatif pour lesquelles l'adhésion est facultative et se traduit par une cotisation, tel qu'en Belgique, au Canada, aux États-Unis et au Royaume-Uni. Au sein de l'équipe projet, cet acteur peut être porteur et/ou coordinateur de la démarche en raison de sa connaissance des acteurs de terrain et de leurs contraintes, ainsi que de sa capacité à mobiliser à la fois des acteurs publics et privés. Il peut également contribuer aux actions de l'équipe projet sans endosser de rôle particulier, de la même manière que les CCI de Troyes, des différents comtés de Caroline du Nord, ou encore de la Rhine Neckar participent aux équipes projets respectives du Club d'écologie industrielle de l'Aube, des projets menés en Caroline du Nord et en Allemagne. En effet, la mission d'une CCI repose sur l'animation d'un réseau et la promotion des intérêts des membres de ce réseau en son sein, et auprès des autres acteurs du territoire, notamment publics. Elle dispose ainsi d'un important pouvoir mobilisateur et de représentation. Enfin, cet acteur peut également être financeur.

Structures de conseil

Seront privilégiés les bureaux d'étude et associations exerçant une activité de conseil auprès des entreprises portant, d'une manière générale, sur la réduction de l'impact de leurs activités sur l'environnement et sur les questions relatives au management environnemental. S'il existe une structure spécialisée dans l'écologie industrielle, ou encore dans la conduite d'actions collectives, celle-ci devra évidemment être identifiée en premier lieu. Enfin, si ces structures sont trop nombreuses, celles dont la notoriété

est la plus reconnue auprès des entreprises et des acteurs publics devront être privilégiées. La notoriété peut se mesurer par l'ancienneté de la structure, le nombre et la qualité des projets réalisés pour le compte des acteurs publics et/ou des entreprises susceptibles de participer au projet d'écologie industrielle. Les structures de conseil peuvent endosser le rôle d'acteur opérationnel au sein des équipes projet.

Agences d'Etat et services déconcentrés

Il s'agit de l'ensemble des organismes institutionnels susceptibles de financer la démarche d'écologie industrielle ou dont les compétences relèvent des questions relatives à l'impact des activités industrielles sur l'environnement (déchet, pollution, énergie, gestion de l'eau, etc.). Les missions de ces institutions sur le territoire peuvent être de nature différente : contrôle réglementaire, mise à disposition d'informations, accompagnement technique ou financier de projets ou encore gestion d'une ressource naturelle. Ces acteurs peuvent donc intégrer l'équipe projet en tant que financeur, mais également et surtout, en tant qu'acteur opérationnel, notamment concernant l'analyse de la faisabilité des synergies identifiées. C'est ainsi que l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) et la division de la prévention de la pollution et de la protection de l'environnement de Caroline du Nord (DPPEP) financent le projet mené dans cet Etat des Etats-Unis, de même que le ministère fédéral allemand de l'éducation et de la recherche finance en partie le projet mené en Allemagne.

Société civile

Est concerné l'ensemble des acteurs individuels ou organisés collectivement, exerçant une pression sur les entreprises ou les autorités gouvernementales pour la réduction de l'impact des activités industrielles du territoire sur l'environnement. Il peut également s'agir d'associations de protection de l'environnement ou d'organisations non gouvernementales dont le territoire d'action dépasse les frontières du territoire pressenti pour la mise en œuvre de la symbiose industrielle, mais dont les actions présentent un écho significatif sur les acteurs publics et privés du territoire. Ce type d'acteur pourra être intégré à l'équipe projet de manière à ce que l'ensemble des intérêts y soient représentés, y compris ceux de la société civile, notamment si l'activité des entreprises présente un impact significatif sur l'environnement, ou encore si le territoire est caractérisé par une certaine fragilité environnementale. La participation de ces acteurs à l'équipe projet peut permettre de faciliter la mise en œuvre de synergies potentielles si celles-ci nécessitent l'implantation d'activités nouvelles susceptibles de susciter une réticence de la part de la société civile, en raison d'une situation historiquement conflictuelle entre l'industrie et la population environnante. C'est ainsi,

par exemple, qu'une plate-forme stratégique d'aide à la décision réunissant des représentants industriels, gouvernementaux et d'une association de protection de l'environnement, a été créée et intégrée à l'équipe projet en charge de la démarche menée sur le port de Rotterdam, aux Pays-Bas.

Agence de développement économique

L'organisation en charge du développement économique du territoire et de son aménagement est une partie prenante essentielle des démarches d'écologie industrielle. Le statut de celle-ci peut être différent d'un pays à l'autre. Il s'agit de l'acteur en charge de la promotion et du maintien du développement économique du territoire de manière à en améliorer la compétitivité. De par la nature de ces activités, celui-ci peut intégrer l'équipe projet en tant que coordinateur ou acteur opérationnel. C'est ainsi qu'Aube Développement, par exemple, agence de développement économique du département, est membre du Club d'écologie industrielle de l'Aube et que l'Office pour les Affaires et l'Industrie, en charge de l'implantation d'activités nouvelles à Landskrona, a intégré le réseau constitué pour la réalisation du projet. Selon le statut de cet organisme, il peut également être un acteur financeur. Enfin, si celui-ci est à l'initiative du projet, il est également susceptible d'endosser le rôle de porteur s'il est en mesure de mobiliser, de manière efficace, l'ensemble des acteurs publics et privés du territoire.

Universités et Instituts de recherche

L'ensemble des instituts de recherche, appartenant ou non à des universités, se trouvant sur le territoire pressenti, ou à proximité, susceptibles d'être intéressés par le projet de mise en œuvre de l'écologie industrielle de par la nature de leurs activités et de leur stratégie de recherche, peuvent être intégrés à l'équipe projet en tant qu'acteur opérationnel. Ces activités concernent, par exemple, les notions de gouvernance, de responsabilité sociale ou sociétale, de production propre, de gestion des risques notamment environnementaux, d'études environnementales, d'aménagement du territoire, de prospective, d'analyse systémique, d'ingénierie, d'économie politique ou encore de géographie économique. Si l'institut de recherche est à l'initiative du projet, il peut également porter et coordonner celui-ci dans un premier temps, de manière à initier une dynamique, jusqu'à ce que ce rôle soit endossé par un acteur public ou privé, ou par une structure créée spécifiquement pour les besoins de la démarche. C'est notamment ce qui s'est passé dans l'Aube, à Burnside ou encore en Allemagne.

Après avoir identifié l'ensemble de ces acteurs, nous proposons une grille d'analyse grâce à laquelle il est possible de classer ces derniers dans l'une ou plusieurs des catégories d'acteurs de l'équipe projet. Notons cependant que certains acteurs pourront être intégrés à l'équipe projet sans forcément être classés strictement dans l'une ou l'autre de ces catégories, leur valeur ajoutée se traduisant davantage par un soutien possible, aux acteurs opérationnels par exemple, en raison des compétences dont ils disposent (il s'agit alors de leur contribution à une action collective), ou encore par leur capacité à mobiliser d'autres acteurs.

En croisant cette classification avec l'évaluation du contexte local et global, réalisé dans un second temps, nous serons en mesure de proposer, au cours de l'étape suivante, une équipe projet susceptible de mener la démarche d'écologie industrielle, en cohérence avec les spécificités du territoire pressenti pour celle-ci. Cependant, il est important de noter que l'équipe projet, telle qu'elle sera définie ultérieurement, est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'avancement du projet. Elle est indispensable lors de la phase de lancement des projets, mais sa composition devra nécessairement évoluer jusqu'au stade de sa pérennisation, pour que la démarche soit un succès, c'est-à-dire, jusqu'à ce que l'application des principes d'écologie industrielle soit intégrée dans la stratégie globale de planification du territoire et ne fasse plus l'objet d'un projet expérimental à durée déterminée. Si cette évolution ne se produit pas, la stratégie adoptée aura conduit ... à un échec.

La grille d'analyse permettant une première classification des acteurs est présentée ci-dessous :

| Acteur | Spécificités conditionnant le classement | Classe d'acteur recommandée |
|--|---|--|
| Collectivité territoriale | Aucune | Acteur porteur et financeur |
| Entreprises et réseaux : | | |
| - Association d'entreprise | Aucune | Acteur porteur ou coordinateur |
| - Centre technique ou organisme interprofessionnel | L'objectif pressenti du projet vise à focaliser la démarche sur un secteur unique d'activité. | Acteur porteur, coordinateur ou opérationnel |
| - Grande entreprise | Aucune | Acteur financeur |
| | Elle est considérée comme un exemple par la majorité des petites et moyennes entreprises du territoire. | Acteur porteur |
| | De par la nature de son activité, elle constitue un enjeu économique majeur pour le territoire, et pour les besoins du projet, il est nécessaire de mobiliser les autorités gouvernementales. | Acteur porteur |
| - Petite et moyenne entreprise | Elle dispose d'une sensibilité environnementale accrue ou est l'auteur de démarche exemplaire en matière de réduction de l'impact industriel sur l'environnement. | Acteur coordinateur et opérationnel (en soutien) |
| - Entreprise du secteur de la collecte et/ou du traitement des déchets | Aucune | Acteur opérationnel |
| Chambre de commerce et d'industrie | Aucune | Acteur porteur, coordinateur ou financeur |
| Structure de conseil | Aucune | Acteur opérationnel |

| Acteur | Spécificités conditionnant le classement | Classe d'acteur recommandée |
|--------------------------------------|--|---|
| Agence d'Etat et service déconcentré | Aucune | Acteur financeur |
| | L'organisme dispose de compétences utiles à l'analyse de la faisabilité technique, économique et réglementaire des synergies identifiées | Acteur opérationnel |
| Société civile | Aucune | En soutien de l'équipe projet |
| Agence de développement économique | L'organisme est également l'initiateur | Acteur porteur |
| | Aucune | Acteur financeur, coordinateur et/ou opérationnel |
| Institut de Recherche | Aucune | Acteur opérationnel |

Figure 9 : Grille d'analyse pour la classification des acteurs du territoire.

Après avoir identifié les principaux acteurs du territoire pressentis pour l'expérimentation de la mise en œuvre de symbioses industrielles, susceptibles d'intégrer l'équipe projet, intéressons-nous à présent à la caractérisation du comportement individuel des acteurs susceptibles d'endosser le rôle de porteur et /ou de coordinateur.

1.1.2. Caractérisation des acteurs

Les acteurs dont le comportement sera étudié ici sont ceux qui ont été identifiés précédemment comme susceptibles d'intégrer l'équipe projet en tant que porteur et/ou coordinateur. Selon la théorie de la proximité, ils peuvent être qualifiés d'« acteurs clés » en ce sens qu'ils interviennent dans le processus de régulation économique du territoire en faisant le lien entre plusieurs échelles d'action, l'échelle de l'entreprise et l'échelle locale par exemple [Beaurain, 2006].

Nous proposons pour cela de nous inspirer de la grille de Mitchell. Celle-ci a été développée par Ronald P. Mitchell et al., du département de Sciences Politiques de l'Université de l'Oregon aux Etats-Unis, en 1997 [Mitchell, 1997]. Utilisée dans le cadre du corpus théorique de la théorie des *stakeholders*, la grille de Mitchell vise à classer

les parties prenantes associées au processus de concertation mis en œuvre concernant la gestion d'une entreprise, en fonction des trois attributs suivants :

- Le pouvoir de l'acteur, sa capacité à imposer sa volonté aux autres,
- La légitimité de l'acteur auprès des autres parties prenantes du processus de concertation,
- L'urgence de l'acteur, la pression qu'il est susceptible d'exercer sur le processus de concertation en raison des enjeux que celui-ci représente pour lui.

Dans le cadre de notre travail, nous nous inspirerons de cette grille pour analyser les parties prenantes, non pas d'une entreprise mais du processus de mise en œuvre de l'écologie industrielle sur un territoire. En fonction des attributs dont disposent les acteurs analysés, nous tenterons de caractériser leur capacité ou leur légitimité à endosser le rôle de porteur et/ou de coordinateur du projet. Ainsi, lorsque les critères d'évaluation des attributs qualifiants les acteurs, proposés par Mitchell et al. ne seront pas utilisables dans le contexte de notre analyse, nous proposerons de nouveaux critères qui seront présentés ci-après. Par ailleurs, la grille de Mitchell propose ensuite un classement des parties prenantes en huit catégories selon le nombre d'attributs possédés par les acteurs. Nous nous inspirerons également de cette représentation mais qualifierons les huit catégories d'acteurs en fonction des besoins de notre analyse⁵⁵.

1.1.2.1. Le pouvoir des acteurs

R. Dahl définit la notion de pouvoir comme « *a relationship among social actor in which one social actor, A, can get another social actor, B, to do something that B would not otherwise have done* » [Dahl, 1957, cite in Mitchell, 1997, p. 865]. Il s'agit d'un pouvoir relationnel. De manière à préciser comment se matérialise et s'exerce le pouvoir d'un acteur dans le cadre d'un processus de concertation entre une entreprise et ses parties prenantes, Mitchell et al. retiennent la proposition d'Etzioni (1964) consistant à catégoriser le pouvoir en fonction du type de ressource utilisée pour l'exercer :

- Pouvoir coercitif, basée sur le recours à la force physique ou morale (usage d'une arme, violence physique, verbale, etc),

⁵⁵ La classification proposée par Mitchell et al. ne sera pas présentée ici mais est détaillée dans l'article : R. K. Mitchell, B. R. Agle, D. J. Wood. Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts. The Academy of Management Review, vol 22, n°4, October 1997, pp 853-886.

- Pouvoir utilitariste, basée sur le recours à des ressources financières ou matérielles, sous la forme d'incitation (augmentation de salaire, subvention, réductions sur une prestation, etc),
- Pouvoir normatif, basé sur le recours à des ressources symboliques (prestige, estime, acceptation, respect, etc.).

Ces critères concernant l'évaluation du pouvoir ne nous semblent pas appropriés à l'analyse des acteurs susceptibles de prendre part à l'équipe projet dans le cadre d'un processus de mise en œuvre de symbioses industrielles. Par ailleurs, selon J. G. Vaillancourt et P. Vaillancourt **[Vaillancourt, 1981]**, si cette distinction s'apparente à celle que font généralement les marxistes contemporains entre le pouvoir économique, politique et idéologique, il existe d'autres types de pouvoir qu'il peut être utile de considérer dans un processus de concertation. J. G. Vaillancourt et P. Vaillancourt proposent ainsi un nouveau modèle classificatoire des bases du pouvoir, spécifique à l'analyse des formes d'organisation du travail, présenté dans le tableau ci après.

| | |
|---------------------------|---|
| Pouvoir écologique | Basé sur la manipulation des conditions matérielles ou environnementales. Utilisation de l'espace architectural ou géographique pour exercer un contrôle par exemple. |
| Pouvoir technique | Basé sur l'utilisation de moyens techniques et de la technologie tels que la surveillance électronique par exemple. |
| Pouvoir rémunératif | Basé sur la possibilité de donner des compensations matérielles et financières pour exercer un contrôle (« carotte » économique). |
| Pouvoir coercitif | Basé sur la force physique ou morale. C'est le « bâton » par opposition à la « carotte » (violence, torture, menaces, etc.). |
| Pouvoir social-structurel | Basé sur des mécanismes sociaux et organisationnels tels que la division du travail, la hiérarchie, la stratification, les systèmes de promotion, etc. |
| Pouvoir psycho-social | Utilise des mécanismes socio-psychologiques tels que la pression des petits groupes, la rumeur, l'endoctrinement, etc. |
| Pouvoir traditionnel | Basé sur l'utilisation de méthodes et de symboles éprouvés, de rites, d'idées et de sentiments transmis. |
| Pouvoir légal | Basé sur des lois, des règles, des contrats et des injonctions. Ce contrôle découle de la croyance que les ordres et règlements des supérieurs sont légitimes et qu'on doit leur obéir. |
| Pouvoir d'expertise | Basé sur la compétence professionnelle, la connaissance scientifique, ou sur des arguments rationnels. |
| Pouvoir charismatique | Basé sur les qualités naturelles d'attraction du leader. |

Tableau 11 : Classification des bases de pouvoir selon J. G. Vaillancourt et P. Vaillancourt **[Vaillancourt, 1981]**.

Cette classification est spécifique aux formes d'organisation du travail mais propose un regroupement assez large et détaillé de l'ensemble des mécanismes concrets de pouvoir et de contrôle exercés dans n'importe quel processus de concertation⁵⁶. Dans le cadre de notre travail, et pour les besoins de notre analyse, nous proposons de définir et de retenir trois catégories de pouvoir, à partir de la classification présentée dans le tableau ci-dessus : le pouvoir légal et administratif, le pouvoir charismatique et le pouvoir économique. Ils présentent des caractéristiques structurelles ou relationnelles qui gagneraient à être analysées au regard des quatre type de capitaux dont disposent les individus, définis par Pierre Bourdieu : capital économique, capital culturel, capital social et capital symbolique [Bourdieu, 1994]. Cette analyse ne sera cependant pas menée ici mais nous tâcherons de distinguer les formes de pouvoir de type structurel et relationnel.

- **Le pouvoir légal et administratif** : il regroupe, en quelque sorte, le pouvoir légal et le pouvoir social-structurel de la classification précédente. Il est basé sur l'appartenance à une institution et sur l'exercice du pouvoir conféré par cette appartenance. Il repose à la fois sur les mécanismes sociaux et organisationnels liés à la hiérarchie, sur les mécanismes législatifs, exécutifs et réglementaires, et sur des mécanismes contractuels. Pour illustrer cette forme de pouvoir, nous pouvons citer les exemples suivants : le préfet d'un département français exerce un pouvoir légal et administratif en ce sens qu'il est, à l'échelle du département, le représentant de l'Etat. Il doit, notamment, mettre en œuvre et coordonner les politiques du gouvernement à l'échelon local. Le préfet de région exerce un pouvoir légal et administratif sur les préfets de départements en ce sens qu'il anime et coordonne leurs actions à l'échelon régional. Les collectivités territoriales exercent également un pouvoir légal et administratif pouvant se traduire, notamment, par la mise en œuvre d'incitations réglementaires et économiques. Le pouvoir légal et administratif est donc un pouvoir exogène et formel lié au statut de l'acteur considéré. Il peut être assimilé à un pouvoir structurel.

⁵⁶ Les classifications des formes de pouvoir offertes par de nombreux sociologues se retrouvent englobées dans cette proposition de classification, selon J. G. Vaillancourt et P. Vaillancourt, à savoir : French et Raven (pouvoir rémunératif, coercitif, légitime, de l'expert, et de référence), Weber (autorité traditionnelle, charismatique et rationnelle-légale), Edwards (pouvoir simple, technique et bureaucratique), Denis Wrong (autorité personnelle ; compétence, légitime, induite et coercitive ; persuasion ; manipulation ; force psychique ; force physique) et Wright Mills (autorité, manipulation et coercition) cités dans l'article de J. G. Vaillancourt et P. Vaillancourt, p 5 et 7.

- **Le pouvoir charismatique** : il s'agit du pouvoir charismatique tel qu'il est défini dans la classification précédente. Il fait référence à la capacité d'un acteur à imposer sa volonté aux autres grâce à des qualités humaines quelle que soit la structure institutionnelle, associative ou privée à laquelle il appartient. Il s'agit d'un pouvoir relationnel. Il est individuel et lié à la personnalité de l'acteur considéré.
- **Le pouvoir économique** : il s'apparente, en partie, aux pouvoirs rémunératif et coercitif de la classification précédente en ce sens qu'il résulte de l'influence dont dispose un acteur sur un système, de par sa position dominante et d'un point de vue économique. Une entreprise dont la taxe professionnelle constitue un revenu conséquent pour la collectivité territoriale, et employant plus de la moitié des actifs du territoire exerce un pouvoir économique important sur celui-ci. Cette forme de pouvoir peut également être exercée par l'actionnaire majoritaire d'une entreprise, le principal financeur d'une association d'entreprise, une collectivité territoriale lors de la définition de sa stratégie de financement (accord de subventions), etc. Nous pouvons également imaginer que cette forme de pouvoir puisse s'exercer de manière illégale dans le cas de chantage ou de corruption. Ce pouvoir est plutôt structurel, lié à la taille de l'entreprise par exemple ou à son chiffre d'affaire.

Il est important de noter que le pouvoir présente un caractère dynamique. En effet, tel qu'il est défini dans le cadre de cette analyse, il s'agit d'un attribut transitoire dont dispose, ou non, un acteur à un instant t donné, celui-ci étant susceptible, à tout moment, de perdre ce pouvoir ou de le gagner. Par ailleurs, les acteurs n'ont pas forcément conscience du pouvoir dont ils disposent, notamment concernant le pouvoir charismatique. Enfin, la possession d'un pouvoir charismatique et économique par un acteur ne signifie pas forcément que celui-ci l'utilise pour imposer sa volonté. Le caractère dynamique de cet attribut est à considérer avec la plus grande attention lors de l'analyse des acteurs susceptibles d'intégrer l'équipe projet d'un processus de mise en œuvre de symbioses industrielles, de manière à anticiper les conséquences d'un changement survenant dans l'expression du pouvoir par un acteur sur le processus global.

1.1.2.2. La légitimité des acteurs

Mitchell et al. retiennent la définition proposée par Suchman, à savoir « *a generalized perception or assumption that the actions of an entity are desirable, proper, or appropriate within some socially constructed system of norms, values, beliefs, and definitions* » [Suchman, 1995, p. 574]. Cette définition implique que la légitimité soit un bien social désirable, construit et partagé par un ensemble d'individus. Elle implique également que sa perception puisse être différente selon le niveau de l'organisation sociale considérée.

La légitimité d'un acteur est une caractéristique collective et se caractérise de deux manières. Tout d'abord, elle repose sur l'appréciation, par les autres acteurs, du caractère utile et désirable de son action. Elle exprime la reconnaissance et la confiance témoignée par un groupe d'acteur à son égard. Il s'agit d'une construction sociale provenant d'un passé historique commun et partagé. Celle-ci peut résulter, par exemple, d'une action collective menée dans le passé et avec succès, ce qui confère à l'acteur qui en est à l'origine et qui l'a pilotée, la confiance et la reconnaissance des acteurs concernés par cette action et qui en ont bénéficiés, le rendant ainsi légitime et crédible pour le portage de toute autre action collective. Comme précédemment, le caractère dynamique de cet attribut est à considérer avec la plus haute importance lors de la constitution de l'équipe projet. En effet, la légitimité d'un acteur peut très rapidement être réduite à néant au moindre faux pas de la part de celui-ci.

Le second critère caractérisant la légitimité d'un acteur à participer à un processus de concertation fait référence à la cohérence des actions visées par ce processus et des missions et compétences de l'acteur, de par son appartenance à une institution ou organisation. Concernant la mise en œuvre de symbioses industrielles, un acteur public disposant d'une compétence institutionnelle dans la gestion des déchets industriels, par exemple, sera considéré comme légitime, de ce point de vue, s'il décide de s'impliquer dans l'équipe projet.

1.1.2.3. L'intérêt des acteurs

Le troisième attribut retenu dans la grille de Mitchell est l'urgence. Après avoir défini ce critère, nous verrons que celui-ci n'est pas adapté aux besoins de notre analyse et proposerons de le remplacer par un autre attribut, à savoir, l'intérêt des acteurs.

La notion d'urgence est définie comme le degré avec lequel les parties prenantes de l'entreprise exigent de celle-ci une attention immédiate. Deux notions sont à considérer dans la qualification de cet attribut. La première concerne le délai avec lequel la concertation doit avoir lieu avec une partie prenante de manière à répondre au mieux à ses attentes, résoudre un conflit ou encore à en éviter l'émergence. On parle d'urgence temporelle. La seconde fait davantage référence à la dépendance de la partie prenante vis-à-vis de l'entreprise et à la criticité de leur relation, c'est-à-dire aux conséquences de la non considération de cet acteur par le manager de l'entreprise. Les conséquences peuvent notamment être économiques si la partie prenante est un actionnaire. Cette définition est très spécifique au contexte d'analyse dans lequel la grille de Mitchell a été construite, à savoir, avec un objectif de hiérarchisation des actions managériales d'une entreprise, engagées à destination de ses parties prenantes. Dans le cadre de notre travail, l'urgence temporelle ne sera pas évaluée car l'objectif n'est pas de hiérarchiser les actions managériales d'un processus de concertation mais d'identifier les acteurs susceptibles de constituer des membres de l'équipe projet pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle. De plus, en cas de mauvaise ou de non considération d'une partie prenante, dans le contexte de la grille de Mitchell, l'attribut « urgence » fait référence à la notion de risque encouru par l'entreprise ou par la partie prenante.

Dans notre cas, l'objectif étant d'identifier les acteurs susceptibles de contribuer efficacement au processus de concertation conduisant à la mise en œuvre de symbioses industrielles, nous préférons définir un attribut à connotation plus positive et proposons d'évaluer l'« intérêt » de la partie prenante. La notion d'intérêt, pour les besoins de notre analyse, fait référence aux avantages d'ordre économique, politique ou environnemental dont peuvent bénéficier les acteurs grâce au processus de mise en œuvre de symbioses industrielles sur leur territoire. Les acteurs pour lesquels le projet est susceptible de présenter un intérêt sont, par exemple, les entreprises concernées par une synergie d'écologie industrielle, un acteur public dont les objectifs attendus par la mise en œuvre d'une symbiose contribuent à l'atteinte d'objectifs collectifs (compétitivité, développement territorial, création d'activités, etc.), en cohérence avec la stratégie de développement du territoire, une association d'entreprise visant à améliorer la compétitivité de ses adhérents, etc. La liste n'est pas exhaustive.

1.1.2.4. Classification des acteurs en fonction de leurs attributs

L'analyse des attributs dont disposent les différentes parties prenantes permet une classification en huit catégories, représentées sur la figure suivante :

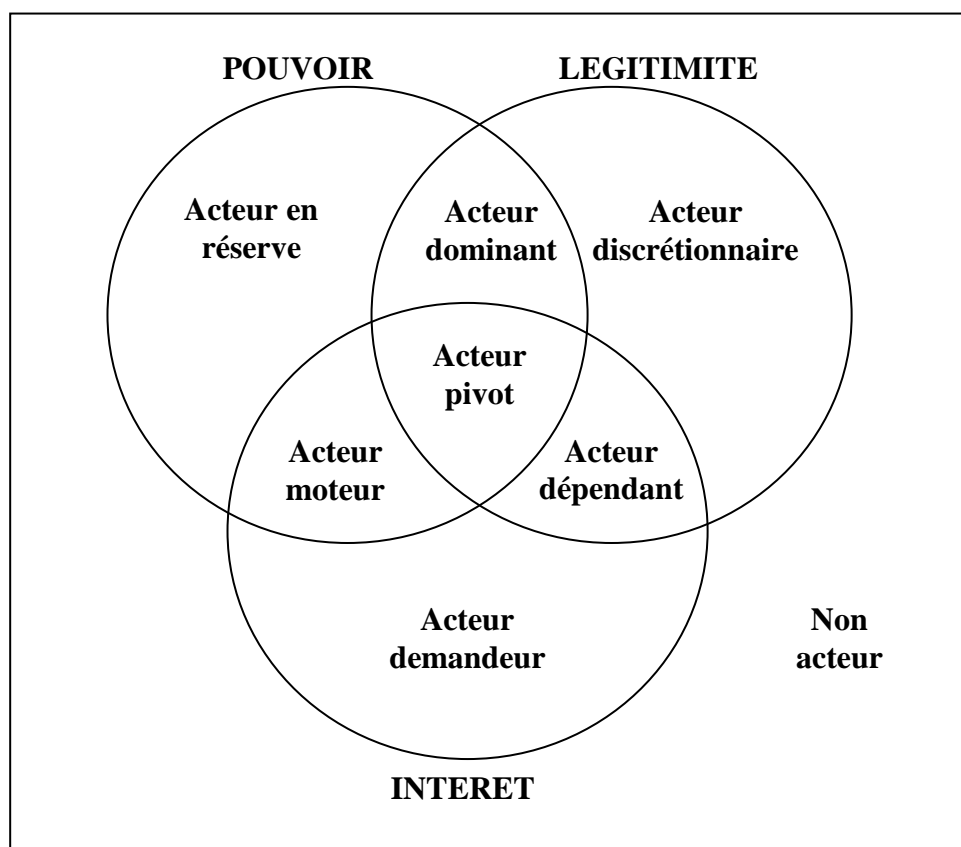


Figure 10 : Typologie des parties prenantes en fonction des attributs dont elles disposent.

L'acteur qui ne dispose d'aucun attribut est qualifié de « **non acteur** ». Cependant, il faut comprendre ici que cet acteur ne sera pas intégré au sein de l'équipe projet, en raison uniquement de son manque d'intérêt pour le processus et de son absence de légitimité et de pouvoir, au moment de la réalisation de cette analyse. Par la suite, cet acteur peut, en effet, prendre part au projet de mise en œuvre de l'écologie industrielle, en devenant l'acteur d'une symbiose par exemple, si la nature de ces flux le lui permet. Par ailleurs, si son intérêt a été évalué comme inexistant lors de l'analyse, celui-ci peut le devenir si une évolution conséquente se produit dans son secteur d'activité et sur le marché économique correspondant, ou encore si les objectifs du processus évoluent.

Au contraire, l'acteur disposant à la fois de la légitimité, du pouvoir et d'un intérêt significatif pour la démarche présente les principales qualités requises pour endosser le

rôle de porteur de projet et/ou de coordinateur. Cet acteur est appelé « **acteur pivot** ». En effet, grâce à sa légitimité auprès des autres acteurs, leur mobilisation autour du processus sera aisée. Cet acteur est un leader potentiel et, plus important, il est reconnu en tant que tel par les autres acteurs du territoire qui lui ont d'ores et déjà accordé leur confiance. Son pouvoir, qu'il soit charismatique et/ou économique, le place en position dominante sur le territoire, lui permettant ainsi d'imposer sa volonté aux autres. Le pouvoir légal et administratif n'est pas indispensable pour endosser le rôle de porteur de projet. Nous pensons cependant que cet attribut est recommandé pour en assurer la coordination. Cette mission sera en effet facilitée par la position hiérarchique de l'acteur disposant de ce pouvoir, ou par sa capacité à exercer « légalement » une influence sur la stratégie d'aménagement du territoire par la mise en œuvre, par exemple, d'incitations réglementaires ou économiques. Il pourra également faciliter la création de partenariats publics-privés. Enfin, l'intérêt que présente le processus de mise en œuvre de symbioses industrielles, pour cet acteur, est suffisamment grand pour qu'il dispose de la motivation nécessaire à son implication dans l'équipe projet en tant qu'acteur porteur et coordinateur. Le portage et la coordination d'un projet d'écologie industrielle demandent, en effet, beaucoup d'investissement. Seuls les acteurs présentant un réel intérêt dans la démarche peuvent endosser ces rôles de manière efficace et dans la durée.

Si personne ne dispose des trois attributs sur le territoire, il est alors nécessaire d'analyser, au cas par cas, les parties prenantes disposant de deux attributs. Selon les combinaisons, certains peuvent également constituer de très bons acteurs porteur et/ou coordinateur, notamment s'ils présentent un intérêt significatif pour le processus, leur conférant ainsi suffisamment de motivation. Les « **acteurs moteurs** », présentant pouvoir et intérêt, et les « **acteurs dépendants** », disposant de la légitimité et de l'intérêt, sont dans cette configuration.

Les premiers disposent d'une réelle motivation à intégrer l'équipe projet, et possèdent un pouvoir leur permettant d'exercer un contrôle sur d'autres acteurs. En ce sens, ils sont moteurs. Si le pouvoir légal et administratif n'est pas indispensable pour assurer le portage du projet, nous pensons, comme précédemment, qu'il est recommandé pour endosser le rôle de coordinateur. Si le pouvoir est économique ou charismatique, l'acteur est en mesure de porter le projet et de le coordonner, même si celui-ci n'est pas légitime aux yeux de l'ensemble des acteurs du territoire, si l'influence dont il dispose de par son charisme ou sa position est suffisamment conséquente. Par ailleurs, la légitimité étant un attribut qui s'acquiert, il est tout à fait envisageable de confier le portage et la coordination du projet à un acteur moteur, en permettant à celui-ci de

devenir légitime et de gagner la confiance des acteurs du territoire au fur et à mesure que le projet progresse.

Les acteurs dépendants disposent à la fois de la capacité à mobiliser l'ensemble des parties prenantes grâce à leur légitimité et de la motivation nécessaire à mener cette tâche de par leur intérêt pour le processus. Le rôle d'acteur porteur et coordinateur peut donc éventuellement leur être confié. Dans cette configuration, un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif pourra être intégré au sein de l'équipe coordinatrice par exemple. En ce sens, cet acteur est dépendant. Par ailleurs, il est possible qu'au fil du temps, cet acteur acquière un pouvoir charismatique, ce qui aura pour effet de renforcer sa légitimité en tant qu'acteur porteur et coordinateur.

La dernière catégorie d'acteur ne présentant que deux attributs, à savoir pouvoir et légitimité, sont les « **acteurs dominants** ». Si le processus de mise en œuvre de symbioses industrielles ne présente aucun intérêt pour cette catégorie d'acteur, il est déconseillé de leur confier le rôle de porteur et de coordinateur. En effet, malgré leur capacité à mobiliser les acteurs du territoire et à faciliter le déploiement de synergies d'écologie industrielle par la mise en œuvre, par exemple, d'incitations réglementaires et financières, ce qui nous permet de les qualifier de dominants, ils ne présenteront pas la motivation nécessaire à la conduite, dans la durée, de ce projet. Ils seront ainsi plus difficiles à mobiliser. Cela risque de se traduire par une ingérence, risquant de ne pas garantir la dynamique nécessaire au succès du projet. Par ailleurs, si un acteur de cette catégorie accepte le portage d'un tel projet alors que celui-ci ne bénéficiera d'aucun avantage résultant de la mise en œuvre de symbioses industrielles, il peut le faire par opportunisme, ce qui peut nuire à la démarche. En effet, l'écologie industrielle est généralement présentée comme un domaine d'application des principes du développement durable, concept très à la mode chez les acteurs publics qui, sous la pression croissante de leurs administrés, sont tenus d'orienter leurs stratégies de développement dans ce sens. Sans une conviction plus profonde que la simple volonté d'être associé à un projet innovant et séduisant, permettant à ce type d'acteur de gagner en popularité, la dynamique et le succès de la démarche risquent d'être remis en cause à la moindre élection ou lorsque des modifications dans les lignes directrices de la politique territoriale surviennent.

Enfin, il est également possible de confier le portage ou la coordination du projet à un acteur ne présentant qu'un seul attribut.

On entend par « **acteur en réserve** », une partie prenante ne disposant que du pouvoir. Celui-ci peut être légal et administratif et/ou charismatique et/ou économique. Le projet ne présentant aucun intérêt en terme de bénéfice économique ou politique

pour cette catégorie d'acteurs, ne disposant par ailleurs d'aucune légitimité vis-à-vis des autres acteurs du territoire, il est déconseillé de leur confier le portage ou la coordination du projet. Il leur serait en effet difficile de mobiliser l'ensemble des parties prenantes dont la participation au processus est souhaitable en raison d'un manque de légitimité. Par ailleurs, les risques d'ingérence et d'association opportuniste évoqués à propos des acteurs dominants sont également valables ici.

La seconde catégorie d'acteurs disposant d'un seul attribut s'intitule « **acteur discrétionnaire** ». Elle concerne les parties prenantes ayant la légitimité nécessaire à assurer la mobilisation des autres acteurs du territoire. Cependant, cela ne peut suffire à garantir un portage efficace du projet en raison de l'absence de pouvoir et d'intérêt. On qualifie ces acteurs de discrétionnaires en ce sens que, si la légitimité dont ils disposent est vraiment significative, cela constitue une forme de pouvoir, de nature symbolique, leur permettant, s'ils le souhaitent, d'endosser le rôle de porteur. En revanche, la coordination ne pourra pas être assurée par un acteur de cette catégorie car ce rôle demande un investissement important qui peut rapidement devenir trop contraignant pour un acteur ne retirant pas de bénéfice direct de la mise en œuvre de symbioses. Il ne pourra devenir coordinateur que si le projet se révèle présenter, à posteriori, un intérêt pour celui-ci. Dans cette configuration, il est cependant recommandé d'inclure, au sein de l'équipe coordinatrice par exemple, un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif pour les raisons évoquées précédemment.

Enfin, la dernière catégorie d'acteur fait référence aux parties prenantes ne disposant ni du pouvoir, ni de la légitimité nécessaire au portage ou à la coordination du projet. Il s'agit d'« **acteurs demandeurs** » en ce sens que le processus de mise en œuvre de symbioses industrielles présente, pour eux, un intérêt significatif. La motivation de ce type d'acteur à intégrer l'équipe projet sera d'autant plus grande que les bénéfices susceptibles d'être générés par le projet sont importants. De ce fait, la participation de ces acteurs au sein de l'équipe coordinatrice peut être envisagée, de manière à ce qu'ils aient la possibilité d'acquérir une certaine forme de légitimité auprès d'autres acteurs du territoire, à travers les actions menées dans le cadre du projet, leur permettant ainsi de développer leur capacité mobilisatrice. Par exemple, une entreprise ayant mis en œuvre une synergie d'écologie industrielle peut témoigner des avantages et bénéfices de cette application auprès des autres entreprises de manière à les inciter à participer au projet. Elle est légitime car elle a personnellement expérimenté cette démarche et peut témoigner de ses enjeux, mais également de ces contraintes. De plus, elle dispose d'une parfaite connaissance du contexte dans lequel évoluent les entreprises, leurs difficultés potentielles, leurs priorités, car elles les partagent. Elle

permet de rendre concret, par l'exemple, un concept qui peut parfois sembler trop abstrait ou difficile, voire impossible à déployer.

Les créateurs de la grille de Mitchell attirent notre attention sur le caractère variable des critères, d'un territoire à l'autre, voire au sein d'un même territoire d'une période à une autre. De plus, ces attributs résultent d'une construction sociale et sont susceptibles d'évoluer au cours du processus de mise en œuvre de symbioses industrielles, celui-ci pouvant être amené à influencer les relations existantes entre les acteurs et à l'origine des mécanismes de construction sociale de ces attributs. Il s'agit bien d'un processus dynamique, de la tentative d'initier une trajectoire institutionnelle **[Cros, 1996]** impliquant un certain nombre de retombées positives dans les relations entre acteurs et dans leur capacité de coordination. Enfin, il se peut que l'acteur concerné ne soit pas conscient des critères qui le qualifient, critères par ailleurs subjectifs et soumis à l'appréciation de l'acteur qui va réaliser cette analyse. Ainsi, il est possible que cette étude réalisée par deux personnes différentes conduisent à des résultats légèrement différents, en raison du caractère subjectif des critères attribués aux différentes parties-prenantes. Cela ne rend cependant pas cette grille inefficace pour autant, en ce sens qu'elle permet, selon nous, de dégager les grandes tendances du jeu d'acteur en présence sur le territoire, de comprendre ce qui est en jeu. Par ailleurs, les attributs des acteurs sont des construits sociaux évolutifs. Il est donc fortement probable que durant le processus de mise en œuvre de symbioses industrielles, les relations entre les acteurs évoluent, certains faisant l'acquisition de légitimité ou de pouvoir structurel, d'autres, au contraire, perdant ces spécificités les éloignant ainsi du processus de concertation. Ainsi, la grille construite ici, inspirée de la grille de Mitchell, permet d'identifier de potentiels acteurs porteur et coordinateur à intégrer dans l'équipe projet à un instant *t*, en fonction des caractéristiques des acteurs préalablement identifiés, de manière à initier le processus. Cette équipe projet sera ensuite inévitablement amenée à évoluer au fur et à mesure du déroulement du processus.

Le tableau suivant synthétise les recommandations formulées ci-dessus, en fonction des attributs dont disposent les parties prenantes susceptibles de participer à l'équipe projet d'un processus de mise en œuvre de symbioses industrielles.

| Catégorie d'acteurs | Rôle ressenti | Conditions | Remarques |
|--|------------------------------|--|---|
| Acteur pivot (pouvoir, légitimité et intérêt) | Portage | / | / |
| | Coordination | Pouvoir légal et administratif nécessaire | / |
| Acteur dépendant (légitimité et intérêt) | Portage et coordination | Intégrer, au sein de l'équipe coordinatrice, un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif | Acquisition possible d'un pouvoir charismatique au fur et à mesure du déroulement du projet |
| Acteur moteur (pouvoir et intérêt) | Portage | / | Acquisition possible de la légitimité au fur et à mesure du déroulement du projet |
| | Coordination | Pouvoir légal et administratif nécessaire | |
| Acteur discrétionnaire (légitimité) | Portage | - Si la légitimité est vraiment significative et irréfutable - Intégrer, au sein de l'équipe coordinatrice, un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif | Acquisition possible d'un pouvoir charismatique au fur et à mesure du déroulement du projet |
| Acteur demandeur (intérêt) | Coordination (en soutien) | Si les bénéfices susceptibles d'être générés par le processus sont vraiment significatifs | Acquisition possible d'un pouvoir charismatique et de la légitimité au fur et à mesure du déroulement du projet |
| Acteur dominant (pouvoir et légitimité) | / | / | Risque d'opportunisme et/ou d'ingérence |
| Acteur en réserve (pouvoir) | / | / | Risque d'opportunisme et/ou d'ingérence |
| Non acteur (aucun attribut) | / | / | / |

Tableau 12 : Synthèse des recommandations pour la définition des rôles des acteurs clés, au sein de l'équipe projet, en fonction de leurs attributs (légitimité, pouvoir et intérêt).

Il convient d'attribuer, en priorité, le rôle de porteur et de coordinateur du projet à l'acteur disposant des trois attributs simultanément. Cependant, si aucun acteur-clé identifié précédemment ne présente cette spécificité, il est difficile de fournir une classification des recommandations fournies ci-dessus par ordre de priorité. Le choix

devra être fait en fonction de la personnalité des acteurs, de leur capacité à s'associer à d'autres acteurs dont les attributs sont complémentaires, constituant ainsi un réseau dont l'action collective serait plus performante que la somme des actions individuelles, et plus globalement du jeu d'acteurs en présence sur le territoire, celui-ci pouvant être plus ou moins politisé.

Dans la perspective d'après thèse de créer des outils opérationnels et accessibles à n'importe quel acteur souhaitant initier une démarche d'écologie industrielle sur son territoire, une grille d'analyse combinant la classification des acteurs (cf. Figure 9) et leur caractérisation (cf. Tableau 12), sera construite et intégrée à l'outil informatique global.

1.2. Analyse du contexte territorial

Comme nous l'avons démontré précédemment, la stratégie de mise en œuvre de symbioses industrielles doit être définie en cohérence avec le contexte politique, économique, social, organisationnel et environnemental du territoire. Dans le cadre de ce processus global d'aide à la décision, les résultats de ce diagnostic territorial, mené à deux échelles, seront utilisés à des fins différentes. La première échelle correspond à celle du territoire pressenti pour la conduite du projet (bloc 12 sur la Figure 8). La seconde correspond à une échelle plus large (bloc 13 sur la Figure 8).

Tout d'abord, croisée à l'identification et à la caractérisation des parties prenantes issues de l'étape précédente, l'analyse du contexte à l'échelle du territoire pressenti permettra d'affiner la composition de l'équipe projet de manière à ce que celle-ci soit, autant que faire se peut, en adéquation avec les particularités du territoire. Les éléments de cette analyse fourniront également des informations nécessaires à la définition du périmètre d'étude. Ensuite, grâce à l'identification d'éventuels mécanismes et spécificités susceptibles de favoriser ou freiner la mise en œuvre de l'écologie industrielle, les résultats de l'analyse pourront être utilisés lors de la définition globale de la stratégie de mise en œuvre du projet.

Le choix de l'échelle plus large à laquelle mener le diagnostic territorial est intimement lié à l'échelle du territoire pressenti pour la mise en œuvre de la symbiose industrielle. Si celui-ci se situe à l'échelle d'un territoire juridico-administratif de niveau n , le second diagnostic devra être réalisé à l'échelle du territoire juridico-administratif de niveau $n+1$, voire $n+2$. Ce choix sera conditionné par la distribution des compétences entre les différents échelons régionaux, celle-ci étant variable d'un pays à l'autre. Les résultats de cette seconde analyse permettront, notamment, de valider, ou non, la pertinence de

l'échelle pressentie, ainsi que d'identifier l'articulation possible de ce projet avec d'autres démarches. La mise en évidence d'acteurs qui n'auraient pas été identifiés lors de la précédente étape, mais susceptibles de constituer un partenaire technique, politique ou financier potentiel pour le déroulement du projet, est également attendue.

En d'autres termes, la réalisation d'un diagnostic territorial préalable à la mise en œuvre d'une symbiose industrielle vise principalement à mettre en évidence les caractéristiques principales du territoire, de manière à définir une stratégie en cohérence avec la politique globale en matière d'aménagement du territoire, et plus spécifiquement, avec les politiques de développement local, voire national.

Les sous-parties suivantes présentent les différents critères selon lesquels l'analyse du contexte doit être réalisée. Nous nous intéresserons au contexte économique, politique, social, organisationnel et environnemental.

1.2.1. Contexte économique

L'analyse du contexte économique, à l'échelle du territoire pressenti pour la mise en œuvre de la démarche d'écologie industrielle et à une échelle plus large, vise à mettre en évidence des éléments factuels permettant de définir des objectifs de projet en cohérence avec les spécificités territoriales. Dans un premier temps, il convient d'analyser la structure économique du territoire (nature des activités, densité, présence de territoires vierges, etc.) puis, dans un second temps, sa « santé économique ». Enfin, une attention particulière sera portée à la sensibilité environnementale des acteurs économiques en présence.

1.2.1.1. Analyse de la structure économique du territoire

Il convient tout d'abord d'identifier les différents secteurs d'activité en présence, de manière à orienter la définition des objectifs de déploiement de la symbiose industrielle : recherche de synergies intersectorielles ou entre des entreprises du même secteur ; déploiement autour d'une entreprise centrale. La représentation proportionnelle des secteurs industriel, tertiaire et agricole sera évaluée, ainsi que la nature des activités implantées, pour chacun de ces secteurs. En effet, le potentiel synergique des entreprises, c'est-à-dire leur capacité à créer des synergies d'écologie industrielle, dépend de la nature des flux consommés et rejetés par ces entreprises. Or ces flux sont fondamentalement différents d'un secteur d'activité à l'autre. En fonction des résultats de cette analyse, les objectifs du projet pourront être orientés vers la

recherche de synergies d'écologie industrielle entre des entreprises d'un secteur unique (agricole par exemple s'il est largement représenté et si les acteurs présentent un potentiel synergique significatif) ou de plusieurs secteurs. La décision de focaliser la recherche de synergies entre des acteurs appartenant au même secteur d'activité, peut également se justifier par une volonté d'organisation de l'action en groupes de travail thématiques, tel qu'a procédé le Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, de manière à hiérarchiser l'action en fonction des enjeux de ces acteurs.

L'analyse des secteurs d'activité en présence permettra également d'anticiper la nature des synergies potentiellement mises en œuvre dans le cadre du projet, ainsi que la nature des acteurs qui seront concernés. D'éventuelles difficultés relatives à la communication et la confiance nécessaire entre les acteurs peuvent ainsi être identifiées et anticipées s'il choisit de mener une démarche intersectorielle. Par exemple, un projet est actuellement initié dans le Pays Centre-Ouest Bretagne, dont le territoire est caractérisé par la présence dominante d'agriculteurs et d'industries agro-alimentaires. Le projet ambitionne de créer des synergies d'écologie industrielle entre les acteurs appartenant à chacun des secteurs, et entre les secteurs. Pour la seconde catégorie de synergies, l'équipe projet semble être confrontée à des difficultés inhérentes au manque de communication et de confiance entre les agriculteurs et les industries agro-alimentaires. Si la réutilisation de coproduits issus de l'industrie agro-alimentaire par le secteur agricole est une pratique relativement ancienne, répandue et acceptée, en France notamment, l'inverse semble plus difficile à opérationnaliser. Les acteurs industriels semblent ne pas faire confiance aux agriculteurs quant à la qualité des flux qu'ils sont susceptibles de leur fournir. Ils exigent des agriculteurs une qualité constante des flux, comme s'ils étaient fondés sur un procédé industriel abiotique dont on maîtriserait parfaitement les variables. Or les agriculteurs ne sont pas en mesure de garantir cette exigence en raison de la nature de leur activité fondée sur les caractéristiques du vivant. De nombreuses discussions seront nécessaires entre ces acteurs jusqu'à ce qu'ils s'accordent sur un degré de variabilité des flux qui soit acceptable par les industriels et les agriculteurs.

En second lieu, si l'activité économique du territoire est caractérisée par la présence d'une entreprise dominante, celle-ci peut devenir l'acteur central d'une démarche de création d'un éco-parc, à condition que la densité industrielle du territoire permette l'implantation d'activités nouvelles. Cette configuration est recommandée par bon nombre de chercheurs [Mirata, 2005b ; Ayres, 1996 ; Ehrenfeld, 1997b ; Lowe, 1997, Chertow, 2000 ; Kincaid, 2001]. Plus globalement, l'information relative à la densité industrielle, et plus globalement à la densité des activités humaines sur le territoire, est importante car elle renseigne sur la possibilité d'implanter de nouvelles activités, que le

projet vise à créer un éco-parc ou qu'il consiste à transformer un système industriel existant en symbiose industrielle. Le territoire portuaire de Rotterdam aux Pays-Bas, par exemple, est saturé et ne peut être étendu que par une poldérisation, car enclavé entre des zones habitées et un secteur dunaire protégé.

Enfin, de manière à faciliter, par la suite, l'analyse de la faisabilité de synergies d'écologie industrielle identifiées, il est nécessaire de s'intéresser aux modalités de transport auxquelles les entreprises peuvent recourir. Il conviendra ainsi de connaître les caractéristiques liées au transport des marchandises (existe-t-il un port fluvial ou maritime à proximité ? les entreprises ont-elles la possibilité d'accéder aux réseaux ferrés et autoroutiers ?).

1.2.1.2. *Evaluation de la santé économique du territoire*

Evaluer la « santé économique » du territoire consiste à en analyser le dynamisme : expansion ou croissance / récession ou déclin / requalification. En identifiant les politiques publiques mises en œuvre dans le cadre de cette dynamique, nous serons en mesure de proposer une démarche d'écologie industrielle dont les objectifs sont en cohérence avec les besoins du territoire en termes de développement économique. D'autre part, les acteurs à l'origine de ces politiques sont susceptibles d'endosser le portage d'un projet de symbiose industrielle si celui-ci s'inscrit dans le dynamisme du territoire tel qu'à Landskrona et en Allemagne. Dans le cadre de son retour d'expériences international, B. Duret montre en effet que dans de nombreux cas, l'écologie industrielle constitue une stratégie de développement en réponse à une situation de crise économique généralement marquée par le déclin d'activités [Duret, 2007].

1.2.1.3. *Mesure de la sensibilité environnementale des acteurs économiques en présence*

La stratégie visant à sensibiliser et mobiliser les acteurs du territoire à la démarche d'écologie industrielle dépendra de leur sensibilité environnementale. En effet, comme M. Mirata l'a mis en évidence dans ses travaux de thèse [Mirata, 2005b], plus les entreprises ont travaillé sur l'amélioration de leurs performances environnementales en interne, plus elles sont réceptives aux démarches collectives telles que l'écologie industrielle. Il est ainsi nécessaire de mesurer la sensibilité environnementale des entreprises en présence, grâce à des indicateurs tels que le pourcentage d'entreprises

engagées dans la mise en œuvre d'un système de management environnemental et dans la certification ISO 14001 (par rapport au nombre total d'entreprises du territoire). Les entreprises engagées dans une démarche de Responsabilité Sociale de l'Entreprise (RSE), et publiant annuellement un rapport de développement durable, pourront également être identifiées⁵⁷. Enfin, et de manière plus globale, les entreprises présentant une attitude proactive quant à la maîtrise de leur impact sur l'environnement seront considérées comme disposant d'une bonne sensibilité environnementale. Ces acteurs pourront être intégrés en priorité dans le périmètre d'étude défini pour initier la recherche de synergies d'écologie industrielle, tel que cela a été fait dans les démarches menées au sein du club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, en France, et en Caroline du Nord, aux Etats-Unis.

1.2.2. Contexte politique

Il convient ici d'analyser les principales caractéristiques inhérentes aux politiques publiques susceptibles de constituer des freins ou des leviers de la démarche d'écologie industrielle. Dans un premier temps, nous évoquerons les politiques publiques en matière d'environnement, puis dans un second temps, les politiques publiques en matière d'aménagement du territoire.

1.2.2.1. Identifier les politiques publiques en matière d'environnement

En premier lieu, il convient d'identifier les acteurs publics prévoyant de mener, ou menant d'ores et déjà, des actions visant une amélioration de la protection de l'environnement à destination des entreprises, à l'échelle nationale et locale. En effet, en dehors des réglementations nationales visant à limiter l'impact de l'activité industrielle sur l'environnement, résultant, en Europe par exemple, de la transposition de directives européennes en lois nationales, cela peut également se traduire par la mise en œuvre de politiques régionales visant, par exemple, la réduction de la quantité de déchets industriels traités en centres d'enfouissement, ou encore la promotion de l'usage des énergies renouvelables. L'existence de politiques de cet ordre sur le territoire peut constituer un levier pour une démarche d'écologie industrielle en ce sens

⁵⁷ La publication d'un rapport de Développement Durable, dans le cadre d'une démarche de RSE, n'est pas à confondre avec l'obligation à laquelle sont soumises les entreprises cotées en Bourse, par la loi sur les Nouvelles Régulations Economiques du 15 mai 2001, de rendre compte de l'impact de leur activité sur l'environnement dans le rapport annuel d'activité. Cette action résultant d'une obligation réglementaire, elle ne témoigne pas forcément d'une réelle sensibilité environnementale des entreprises concernées.

qu'elle peut s'inscrire dans la politique générale de l'organisme public à l'origine de ces actions incitatives, susceptible alors de devenir l'acteur porteur de la démarche. Cet aspect est important pour la validation, ou non, de l'échelle du territoire pressentie pour la conduite du projet de symbiose industrielle. Rappelons que dans le cadre des démarches analysées dans le chapitre précédent, les projets sont menés à l'échelle des territoires juridico-administratifs à laquelle s'exercent les compétences des acteurs porteurs, lorsqu'il s'agit d'acteurs publics.

De manière à structurer notre analyse des différentes politiques publiques en matière d'environnement, nous proposons de nous référer à la vision de Christian Brodhag. Celui-ci dénombre trois types d'approches traditionnelles de régulation visant à inciter les entreprises à réduire leurs impacts sur l'environnement [**Brodhag, 1994**].

La première est une approche régaliennne et est caractérisée par une obligation de moyens. Selon cette approche, les entreprises n'abordent la question de l'environnement que sous l'angle de la contrainte, à travers la réglementation et les procédures administratives. Or, devant la complexité, l'ambiguïté et le caractère évolutif de ces textes, par ailleurs souvent mal connus et mal compris par les industriels, cette approche constitue davantage un frein à la mise en œuvre de l'écologie industrielle, comme le précise Cyril Adoue dans ces travaux de thèse [**Adoue, 2004a**]. Il convient ainsi d'analyser le contexte réglementaire national relatif à la réduction de l'impact des entreprises sur l'environnement de manière à anticiper de potentielles difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle. En France par exemple, le contexte réglementaire légiférant la valorisation semble aller à l'encontre d'objectifs partagés par d'autres textes français et européens⁵⁸ encourageant, en premier lieu, la prévention ou la réduction de la production des déchets, puis la valorisation des déchets par recyclage, réemploi, récupération ou toute autre action visant à obtenir des matières premières secondaires. En effet, le statut du déchet, défini dans l'article L-541-1 du code de l'Environnement⁵⁹ français rend son utilisation en substitution d'une ressource neuve difficile. Au titre de la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement⁶⁰, l'entreprise

⁵⁸ La directive cadre sur les déchets n°75/442/CEE du 15 juillet 1975 modifiée par la directive 91/156/CEE du 18 mars 1991 ; la loi n°75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux incite notamment les producteurs de déchets à diminuer le volume de débris détruits et à valoriser les matériaux lorsque cela est possible.

⁵⁹ « Est un déchet au sens du présent chapitre tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. »

⁶⁰ Loi n°76-663 du 19 juillet 1976, codifiée dans le code de l'environnement article L-511-1 et suivants.

recevant le flux de déchet et souhaitant l'introduire dans un procédé industriel devient « traiteur de déchet », son activité étant alors soumise au régime d'autorisation. Or la procédure de demande d'autorisation, au titre de la réglementation sur les ICPE, est d'une telle lourdeur administrative et exige un investissement financier et humain tel que de nombreuses entreprises risquent d'être découragées à l'idée de devoir être soumis à cette formalité **[Adoue, 2004a]**.

La seconde approche de régulation visant à inciter les entreprises à réduire leur impact sur l'environnement est, selon Christian Brodhag, une approche économique selon laquelle, couplée à l'approche réglementaire, les entreprises appréhendent les informations et contraintes relatives à l'environnement, à travers des mécanismes financiers incitatifs (taxes élevées relatives à la mise en décharge, subventions accordées pour l'installation de panneaux solaires, crédit d'impôts, marché des permis d'émission, etc.). Nombre de ces mécanismes trouvent leur justification dans le principe pollueur-payeur, même s'ils en sont souvent éloignés dans l'application, en raison de l'extrême difficulté à évaluer les impacts en termes monétaires. Ce qui compte est donc avant tout leur caractère suffisamment incitatif pour modifier dans le sens voulu les comportements. Cette approche est caractérisée par une obligation de moyens et de résultats, largement téléguidés par une intervention régaliennne se matérialisant par les incitations financières. Le succès de ces approches dépend de la capacité à obtenir des résultats grâce à une modification des comportements des acteurs incités financièrement. Selon nous, il ne s'agit pas vraiment d'une seconde rubrique de classification des approches de régulation visant à réduire l'impact des entreprises sur l'environnement. Elle constitue une forme particulière d'approche régaliennne. L'existence d'incitations financières résultant d'une volonté politique de limiter l'impact de l'activité industrielle sur l'environnement peut faciliter le déploiement de synergies d'écologie industrielle en permettant à celles-ci de devenir rentables d'un point de vue économique. Au Royaume-Uni, par exemple, le prix de l'eau industrielle n'est pas suffisamment élevé pour inciter les entreprises à envisager la réutilisation en cascade de l'eau usée **[Mirata, 2005b]**. Une incitation politique consistant à taxer davantage la consommation d'eau industrielle ou le traitement en station d'épuration de celles-ci encouragerait les entreprises à envisager d'autres solutions innovantes telles que la réutilisation de l'eau usée selon les principes de l'écologie industrielle. A Kalundborg, au contraire, c'est le prix élevé de l'eau potable et industrielle qui a amené les entreprises à envisager l'utilisation d'eau provenant du Lac Tisso pour les usages industriels. Rappelons, par ailleurs, que la première synergie hydrique mise en œuvre à Kalundborg résulte d'une incitation, de la municipalité, à la réutilisation en cascade des

eaux industrielles par les entreprises du territoire. En échange de la prise en charge financière de l'installation du réseau hydrique par la Municipalité, la principale entreprise consommatrice, à savoir la raffinerie, s'est engagée à étudier la réutilisation potentielle de ces eaux usées par d'autres entreprises voisines, notamment par la centrale thermique. Il s'agit là de l'origine de la symbiose de Kalundborg. Dernier exemple lorsque, par la suite, le Danemark s'est doté d'un réseau national de distribution de gaz naturel, la Municipalité de Kalundborg s'est opposée au raccordement de la ville à ce réseau, de manière à maintenir la rentabilité économique du réseau de chaleur de la ville, alimenté par la centrale à charbon.

Enfin, la troisième approche fait référence à des démarches volontaires, mises en valeur éventuellement par la validation d'une tierce partie, et dont les motivations dépassent le cadre de la réglementation. Néanmoins il serait naïf de penser que cette démarche est véritablement volontaire. Plus souvent, elle est la réponse spontanée des entreprises à des réglementations fondées sur une obligation de résultats et non de moyens. Du point de vue de l'écologie industrielle, cette approche est plus intéressante que les deux approches précédentes. Nous pouvons citer, parmi les instruments de cette approche, les négociations directes entre acteurs, les contrats ou accords négociés, les programmes volontaires visant, par exemple, la mise en œuvre d'un système de management environnemental, les engagements unilatéraux, etc. **[Borkey, 1999]**. Concernant la gestion des déchets d'emballage aux Pays-Bas, par exemple, un accord de « règles négociées », ou « covenant » sebn le terme anglais, a été signé entre le régulateur et les entreprises concernées par la gestion des emballages en juin 1991 (conditionneurs, producteurs d'emballages et de matériaux d'emballage et recycleurs), établissant « *une série de contraintes de résultats (...) ainsi qu'une responsabilité d'ensemble sur les résultats obtenus (solidarité de chacun des membres vis-à-vis des résultats nationaux* » **[Buclet, 1997, p.247]**. Grâce à ce type de contrat, le régulateur informe les acteurs concernés par une problématique environnementale de la nature des objectifs qu'il souhaite voir atteindre, tout en leur laissant la liberté de définir les moyens à mettre en œuvre. L'efficacité de ces mécanismes est cependant soumise à la menace crédible des pouvoirs publics, et notamment du régulateur, celle-ci pouvant se manifester par la mise en œuvre de dispositifs de contrôle et de sanction individuelle **[Borkey, 1999]**.

La nature de cette approche permet une plus grande innovation, de la part des entreprises, dans le choix des stratégies à déployer pour atteindre les objectifs fixés dans l'accord négocié. Ces stratégies peuvent reposer sur des démarches innovantes contribuant à l'atteinte d'un développement industriel plus soutenable d'un point de vue

environnemental, telles que l'éco-conception, l'économie de fonctionnalité ou encore la mise en œuvre de symbioses industrielles. Si les Pays-Bas est un pays qui, par tradition, adopte des mesures basées sur la conciliation entre les acteurs plutôt que sur leur affrontement [Buclet, 1997], il n'en est pas de même dans tous les pays. Si cette approche de régulation est déployée sur le territoire pressenti pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle, voire à une échelle plus large, il sera pertinent d'identifier toutes les démarches résultant de cette approche, de manière à inciter les entreprises à adopter la stratégie de l'écologie industrielle pour atteindre des objectifs fixés de réduction de l'impact de leurs activités sur l'environnement.

1.2.2.2. Identifier les politiques publiques en matière d'aménagement du territoire

Comme nous l'avons démontré précédemment, la mise en œuvre de symbioses industrielles peut être considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire visant d'une part à améliorer la compétitivité des entreprises en présence, et d'autre part, à constituer un critère d'attractivité pour le territoire. Nous proposons donc d'identifier l'ensemble des mécanismes de planification territoriale initiés par les acteurs publics, à l'échelle du territoire pressenti, ainsi qu'à une échelle plus large, de manière à envisager, selon les objectifs fixés et le plan d'action élaboré, l'intégration de la démarche de mise en œuvre de l'écologie industrielle comme une stratégie permettant de répondre à certains enjeux du territoire.

L'agenda 21 local est un outil de planification territoriale qui, de par la nature des enjeux et objectifs visés, peut constituer un cadre adapté pour la mise en œuvre des principes de l'écologie industrielle. Suivant les pays, ce processus peut s'inscrire dans un cadre légal, tel qu'en Suisse ou l'agenda 21 du Canton de Genève a fait l'objet d'une loi fédérale. En revanche, en France par exemple, la mise en œuvre d'un agenda 21 local reste une démarche volontaire, encore assez mal définie et complexe, malgré l'élaboration d'un « cadre de référence » par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, à travers la circulaire du 13 juillet 2006. Celui-ci définit l'agenda 21 local comme un processus par lequel les collectivités locales et territoires travaillent, en partenariat avec tous les acteurs de la communauté (citoyens, associations, groupes divers ...) pour élaborer un plan d'actions concret visant un développement durable de leur territoire. Appelé également projet territorial de développement durable, ce processus est basé sur la concertation des acteurs du territoire et vise à planifier la mise en œuvre d'actions dont les finalités sont :

- la lutte contre le changement climatique et la protection de l'atmosphère,

- la préservation de la biodiversité et la protection des milieux et des ressources,
- l'épanouissement de tous les êtres humains,
- la cohésion sociale et la solidarité entre territoires et entre générations,
- une dynamique de développement suivant des modes de production et de consommation responsable.

Le « cadre de référence » élaboré par le Ministère ne propose pas de recommandation précise ni de procédure relative aux actions à engager concernant ces finalités au caractère très large. De plus, si la spécificité de l'agenda 21 local réside sur le principe de la concertation des acteurs pour la définition d'une vision partagée du territoire et de son développement futur, la collectivité à l'origine du processus n'est pas tenue d'impliquer une liste précise d'acteurs. Cet aspect est laissé à l'appréciation de la collectivité et est fortement lié aux modes de coordination caractérisant la proximité des acteurs. Les entreprises peuvent directement participer à l'élaboration de l'agenda 21, ou être seulement représentées par une chambre consulaire, une association d'entreprises ou encore un organisme interprofessionnel, voire être absentes du processus.

Si un agenda 21 local est en cours d'élaboration sur le territoire pressenti, ou à une échelle plus large, il nous semble pertinent de porter une grande attention à ce processus en identifiant, en premier lieu, les acteurs impliqués dans la concertation. Si parmi eux figurent des entreprises du territoire, directement ou représentées par un organisme, il pourrait être intéressant d'intégrer ces acteurs à l'équipe projet de la démarche consistant à mettre en œuvre une symbiose industrielle sur le territoire. En effet, en participant de manière volontaire à ce processus, nous pensons que ces acteurs sont, de fait, sensibilisés au développement durable et en attente de solutions innovantes concrètes, ce qui les rend susceptibles de réserver un accueil positif au projet d'écologie industrielle. Par ailleurs, si le processus de concertation ne se limite pas à une simple consultation de la part de la collectivité à l'origine de l'agenda 21, mais au contraire, a généré de l'échange d'information entre acteurs aux enjeux divers, ayant ainsi abouti à la définition d'une trajectoire de développement commune et partagée, cela constitue un élément de contexte organisationnel favorable à la mise en œuvre du projet d'écologie industrielle. Enfin, si le territoire juridico-administratif sur lequel porte l'agenda 21 local correspond à l'échelle du territoire pressenti pour la conduite du projet d'écologie industrielle, la collectivité à l'origine de la rédaction de l'agenda 21 est susceptible d'être intéressée par le portage du projet. C'est ainsi que la Municipalité de Landskrona, en Suède, s'étant engagée dans la rédaction de son agenda 21, assure également le portage du projet de symbiose industrielle. Ces deux processus sont complémentaires, le second permettant de répondre, en partie, aux

objectifs fixés par le premier. Par ailleurs, si les échelles ne sont pas compatibles, il peut être intéressant d'envisager de mener la démarche d'écologie industrielle à l'échelle du territoire concerné par l'Agenda 21.

De manière plus générale, l'identification des mécanismes de planification territoriale permet de fixer des objectifs de développement en cohérence avec la stratégie globale de développement régional et local (création d'activité, requalification de zone d'activités, redynamisation économique, spécialisation, compétitivité du territoire, etc.). Les différents mécanismes relatifs à la stratégie d'aménagement du territoire français, et au sein desquels la mise en œuvre de symbioses industrielles peut être intégrée de manière à atteindre les objectifs de développement, en dehors de l'Agenda 21 largement détaillé ici, seront évoqués dans le chapitre suivant.

1.2.3. Contexte social

A l'échelle du territoire pressenti, nous pensons qu'il est important d'analyser le climat social caractérisé par la nature des relations entre les entreprises, la collectivité et les riverains. Des riverains vivent-ils à proximité du territoire pressenti ? Si oui, comment perçoivent ils leur proximité avec un ensemble d'entreprises : comme une contrainte ou comme une opportunité (proximité de l'emploi) ?

1.2.3.1. *La proximité vécue comme une contrainte*

Cet aspect est particulièrement important si le projet vise l'implantation d'activités nouvelles, notamment dans le cadre de la création d'une zone d'activités, susceptibles d'être perçues comme une source de nuisance supplémentaire par les riverains. Ces derniers, organisés au sein d'associations ou individuellement, peuvent alors constituer un frein à la mise en œuvre de symbioses industrielles, surtout si celles-ci se traduisent par la récupération, sur le territoire, d'un volume important de déchets ou coproduits, en vue de les réinjecter dans le procédé industriel d'une entreprise locale. Une synergie d'écologie industrielle risque alors d'être perçue comme une simple « activité de traitement de déchets » par la population locale dont la réaction spontanée sera alors de s'opposer au projet. Une attention particulière devra être portée, lors de la définition de la stratégie de mise en œuvre concernant la communication sur le projet et la sensibilisation, à cette catégorie d'acteur s'ils perçoivent leur proximité géographique avec des entreprises comme une contrainte.

Le phénomène de rejet du projet peut avoir plusieurs origines. Il peut résulter de la présence historique d'activités industrielles polluantes et nuisibles sur le territoire pressenti, ou à une échelle plus large, ayant, au cours du temps, contribué à créer des tensions entre riverains et industriels. Celles-ci risquent alors d'être exacerbées par l'annonce d'un projet visant à implanter de nouvelles activités, si les riverains ne sont pas suffisamment sensibilisés aux bénéfices attendus par ce projet. Individuellement ou organisés en associations, ils sont susceptibles d'exercer une pression sur les acteurs publics de manière à ce qu'ils s'opposent à la mise en œuvre du projet d'écologie industrielle. Ce rejet peut également résulter de la présence, voire de la prédominance, d'une classe sociale dont le revenu ne dépend pas directement du développement du territoire dans lequel ils s'inscrivent en tant que riverains [Buclet, 2008]. Leur souhait est alors de protéger leur environnement immédiat de l'installation d'activités nouvelles pouvant « défigurer » le paysage. Peu leur importe alors que ces projets puissent générer de l'emploi et améliorent la compétitivité du territoire. Même correctement sensibilisée, cette catégorie d'acteurs risque de constituer un frein non négligeable à la mise en œuvre de la démarche d'écologie industrielle en raison de son potentiel de mobilisation et de son poids électoral. Dans ce cas, il peut être pertinent d'ouvrir des débats plus larges sur le type de développement économique souhaitable et moins conflictuel pour le territoire en question, quitte à considérer comme non viable le développement de projets d'écologie industrielle portés par l'existence de synergies entre acteurs industriels.

1.2.3.2. La proximité vécue comme une opportunité

A une échelle plus large mais incluant le territoire pressenti, si le territoire n'est pas victime d'un passé historique marqué par la présence d'activités polluantes rendant les riverains défavorables à l'implantation d'activités nouvelles, et si la population locale reconnaît également l'importance de l'enjeu de la création d'emploi, le projet d'écologie industrielle devrait être accueilli favorablement. L'avantage du projet sera alors double, tant en termes de retombées en emplois créés, que pour la réduction attendue de l'impact de l'activité industrielle sur l'environnement.

D'autres spécificités locales du contexte social peuvent également constituer des leviers et faciliter ainsi la mise en œuvre de la démarche d'écologie industrielle. La présence d'un taux de chômage élevé sur le territoire et d'une activité industrielle en souffrance, en raison du déclin d'un secteur d'activité dominant, entraînant un exode de la population active vers des territoires offrant plus d'emplois, constitue un exemple de

contexte social « favorable » à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle. En effet, les collectivités locales se sont vues attribuer, ces dernières années, la responsabilité du maintien de la croissance économique du territoire, sans forcément disposer des compétences et moyens conceptuels pour y parvenir [Colletis, 1999]. Ainsi, dans un souci de renforcement de l'attractivité des territoires, de manière à favoriser l'implantation d'activités nouvelles générant de l'emploi, mais également de la richesse sous diverses formes pour le territoire, les collectivités sont susceptibles de considérer les démarches d'écologie industrielle comme un moyen concret d'atteindre cet objectif de croissance, comme dans le cadre des démarches menées au sein du territoire de l'Aube, en France, ainsi qu'en Allemagne dans la région d'Heidelberg. C'est également sous la pression des riverains qu'une collectivité telle que la municipalité de Landskrona, en Suède, peut décider de s'engager dans la reconversion économique des activités de son territoire. Dans ce contexte, la mise en œuvre d'une symbiose industrielle peut constituer un moyen conceptuel d'opérationnaliser cette reconversion.

1.2.4. Contexte organisationnel

Comme nous l'avons démontré précédemment, le succès d'une démarche d'écologie industrielle est intimement lié à l'existence d'un contexte organisationnel favorable entre les acteurs du territoire susceptibles d'être concernés par le projet. Si ce contexte n'existe pas, il sera nécessaire d'activer les réseaux déjà existants ou de consacrer du temps à sa création, comme cela a été le cas à Burnside, à travers la création de l'Eco-efficiency Center, de manière à faciliter, par la suite, la conduite du projet. Ce contexte favorable se traduit par la connaissance mutuelle des acteurs, leur capacité à échanger de l'information et à communiquer, ainsi que par la qualité de leurs échanges, à savoir s'ils reposent sur une confiance partagée et sur le respect des intérêts et enjeux de chacun. Grâce à l'analyse du contexte organisationnel selon les trois aspects présentés ci-après, nous serons en mesure d'identifier les principaux freins et leviers, concernant les relations entretenues par les acteurs, à la mise en œuvre de son projet. En premier lieu, il conviendra d'identifier la présence d'un acteur physique incontournable sur le territoire en ce sens qu'il s'agit d'un « acteur multi-casquettes ». Ensuite les différents réseaux professionnels animés par des organismes représentatifs seront analysés. Enfin, d'éventuelles démarches collectives menées dans la passé et avec succès, sur le territoire, seront identifiées.

1.2.4.1. Identification d'un (ou plusieurs) acteur(s) incontournable(s)

Nous entendons par acteur incontournable, un acteur impliqué dans de multiples réseaux grâce à un cumul de mandats électoraux et/ou une participation à de multiples organisations dont la finalité peut être professionnelle (association d'entreprises, syndicat interprofessionnel, etc.) ou non professionnelle (Rotary club, association de protection du patrimoine, association des randonneurs, etc.). Si un tel acteur existe sur le territoire, celui-ci dispose d'un fort potentiel mobilisateur auprès des autres acteurs, à condition que celui-ci soit apprécié. Si c'est le cas, l'intégration de cet acteur à l'équipe projet, en tant que personne morale représentative de l'une des structures auxquelles il appartient, peut constituer un levier pour le déploiement de la démarche d'écologie industrielle. Grâce à lui, la communication et la coordination entre les différentes structures institutionnelles auxquelles il appartient peut se trouver facilitée. De même, la rencontre d'acteurs au sein de réseaux à finalité professionnelle et non professionnelle facilite l'échange informel d'information et la création du climat de confiance propice à l'émergence d'une démarche d'écologie industrielle. En revanche, si cet acteur incontournable n'est pas apprécié sur le territoire, celui-ci peut constituer un frein à la mise en œuvre de la démarche, surtout si l'acteur initiateur a prévu de lui confier un rôle majeur au sein de l'équipe projet en raison des missions et compétences de l'organisme auquel il appartient.

1.2.4.2. Analyse des réseaux professionnels animés par des organismes représentatifs

Il convient d'identifier ces réseaux et de les analyser du point de vue de leur dynamisme, de leur succès en termes de fréquentation et du caractère plus ou moins formel des relations entretenues en leur sein. Ces réseaux peuvent résulter des différentes associations en présence sur le territoire, de clubs animés par la chambre de commerce et d'industrie locale ou encore des organismes interprofessionnels. S'ils sont dynamiques et réunissent un nombre important d'acteurs susceptibles d'être concernés par la démarche d'écologie industrielle, ils constituent de bons supports de mobilisation et de sensibilisation. Par ailleurs, grâce à la participation à ces multiples réseaux, les acteurs se connaissent et ont l'habitude d'échanger de l'information, ce qui constitue un élément de contexte organisationnel favorable à la mise en œuvre d'une symbiose industrielle.

1.2.4.3. Identification de démarches collectives réussies

Il convient d'identifier l'ensemble des processus menés collectivement, et avec succès, dans le passé et au sein desquels les acteurs susceptibles d'être concernés par la démarche d'écologie industrielle ont été impliqués. Ces démarches ne doivent pas nécessairement porter sur le thème du développement durable ou de la réduction de l'impact des activités humaines sur l'environnement. En effet, ce qui nous intéresse à ce stade de l'analyse est d'évaluer la capacité et la sensibilité des acteurs à la conduite d'actions collectives et à la définition d'objectifs partagés. Si ces actions visaient une amélioration des performances environnementales, cela constituera une information complémentaire concernant la sensibilité environnementale des acteurs ayant pris part à ces processus.

1.2.5. Contexte environnemental

L'analyse du contexte environnemental est nécessaire à l'échelle du territoire pressenti pour la réalisation du projet de symbiose industrielle, ainsi qu'à une échelle plus large, pour deux raisons principales. La première vise à identifier d'éventuels processus de requalification de zones polluées au sein desquels la démarche d'écologie industrielle pourrait être intégrée. La seconde a pour but d'adapter le déploiement de la symbiose industrielle aux spécificités territoriales en matière de sensibilité environnementale.

1.2.5.1. Identification de zones polluées

Il convient d'identifier l'existence de zones sinistrées par la présence historique d'une activité industrielle par exemple. Si la requalification de ce territoire constitue un projet de développement futur pour la collectivité territoriale à qui revient cette compétence, il peut être intéressant de proposer à celle-ci d'engager le processus de requalification de ce territoire à travers la création d'une symbiose industrielle, générant de l'activité nouvelle. La présence de zones polluées, dont la requalification est programmée, constitue donc un territoire potentiel de création d'un éco-parc. Il conviendra alors d'intégrer, dans l'équipe projet, les acteurs prévus initialement pour coordonner ce processus de requalification, ainsi que la collectivité territoriale concernée qui, dans ce contexte, peut devenir le porteur du projet d'écologie industrielle.

1.2.5.2. Evaluation de la sensibilité environnementale du territoire

La présence de zones sensibles d'un point de vue environnemental et faisant l'objet d'une gestion spécifique et réglementée en matière d'aménagement du territoire va nécessairement influencer la délimitation du territoire retenu pour l'expérimentation de la démarche d'écologie industrielle. Ces zones sont généralement caractérisées par la présence d'un écosystème fragile, et de ce fait, protégées de l'impact des activités humaines. Il est nécessaire de prendre connaissance de ces zones et des mesures visant leur protection de manière à définir l'échelle du territoire sur lequel sera menée la démarche d'écologie industrielle, notamment si celle-ci vise à créer un éco-parc, donc à implanter de nouvelles activités. Par ailleurs, les acteurs gestionnaires de ces zones et veillant au respect des mesures visant à les protéger sont également à identifier et à intégrer au sein de l'équipe projet le plus en amont possible. Cela permettra, d'une part, de les sensibiliser au projet d'écologie industrielle et aux bénéfices attendus, tant en matière de développement territorial que de réduction de l'impact des activités humaines sur l'environnement, aspects auxquels ces acteurs sont inévitablement sensibilisés. Correctement sensibilisés, ces derniers ne s'opposeront pas au projet par manque d'information et par crainte de conséquences négatives sur l'environnement. D'autre part, leur intégration à l'équipe projet permettra également de prévoir un déploiement de symbiose industrielle en tenant compte de la fragilité environnementale du territoire.

1.2.6. Synthèse : une grille d'analyse du contexte territorial

Le tableau suivant propose une grille d'analyse permettant la réalisation du diagnostic territorial présenté précédemment. Il s'agit d'une synthèse des principaux aspects à observer de manière à disposer d'un maximum d'informations contextuelles pour définir une stratégie de mise en œuvre adaptée au territoire.

| | Questions |
|---------------------|--|
| Contexte économique | <p>Analyse de la structure économique du territoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quels sont les secteurs d'activité en présence (représentation proportionnelle des secteurs industriel, tertiaire et agricole, et nature des activités pour chaque secteur), - L'activité économique du territoire est-elle caractérisée par la présence d'un secteur dominant, voire d'une entreprise dominante, - Avec quelle densité sont implantées les entreprises, existent-il des parcelles inoccupées sur lesquelles il est possible d'implanter de nouvelles entreprises, - Quelles sont les caractéristiques liées au transport des marchandises (existe-t-il un port fluvial ou maritime à proximité, les entreprises ont-elles la possibilité d'accéder aux réseaux ferrés et autoroutiers). <p>Evaluation de la santé économique du territoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quel est le dynamisme économique du territoire (expansion ou croissance / récession / requalification), - Quelles sont les politiques mises en œuvre, - Quels sont les acteurs publics à l'origine de ces politiques. <p>Mesure de la sensibilité environnementale des acteurs économiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quel est le pourcentage d'entreprises engagées dans la mise en œuvre d'un système de management environnemental, quelles-sont celles qui sont certifiées ISO 14001, - Quelles entreprises rédigent annuellement un rapport de développement durable, ou rendent compte de l'impact de leur activité sur l'environnement dans le rapport annuel d'activité, - Quelles sont les entreprises engagées dans une démarche de Responsabilité Sociale de l'Entreprise (RSE), - Les entreprises présentent-elles une attitude proactive ou défensive quant à la maîtrise de leur impact sur l'environnement. |

| | Questions |
|--------------------------|--|
| Contexte politique | <p>Politiques publiques en matière d'environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quels sont les acteurs à l'origine d'actions incitatives visant la réduction de l'impact des entreprises sur l'environnement, - Quel est le contexte réglementaire national concernant, notamment, le statut du déchet, - Quels sont les mécanismes financiers incitatifs visant à réduire l'impact des entreprises sur l'environnement et à favoriser la recherche de solutions innovantes, - Existe-t-il des accords négociés concernant la réduction de l'impact des entreprises sur l'environnement entre acteurs publics et privés, - Si oui, quelle est la nature des mécanismes de contrôle et de sanction en cas de non atteinte des objectifs fixés par l'accord. <p>Politiques publiques en matière d'aménagement du territoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quels sont les mécanismes de planification territoriale en cours de mise en œuvre ou en prévision (Agenda 21 local par exemple), - Si un Agenda 21 est en cours d'élaboration, quels sont les acteurs impliqués dans le processus de concertation, quel est l'acteur qui en est à l'origine et à quelle échelle juridico-administratif celui-ci est-il mené. |
| Contexte social | <ul style="list-style-type: none"> - De quelle nature sont les relations entre les entreprises, les riverains vivant à proximité, et la collectivité locale, - Des riverains vivent-ils à proximité du territoire pressenti pour la mise en œuvre de la symbiose industrielle, et si oui, comment perçoivent-ils cette proximité (contrainte ou avantage lié à la proximité de l'emploi), - Le territoire est-il caractérisé par la présence (dans le passé, ou actuellement) d'activités polluantes, - La population comprend-elle une proportion significative de retraités, - Quel est le taux de chômage. |
| Contexte organisationnel | <ul style="list-style-type: none"> - Existe-t-il un ou plusieurs acteurs incontournables sur le territoire (cumul de mandats politiques et/ou implication dans de multiples réseaux), Si oui, est-il charismatique, apprécié, inspire-t-il la confiance, dispose-t-il d'un fort pouvoir mobilisateur, - Quels sont les réseaux professionnels significatifs du point de vue de leur dynamisme et de la nature des acteurs qu'ils réunissent, quelles sont les réalisations de ces réseaux, les relations entretenues en leur sein sont-elles de nature formelle ou informelle, - Des actions collectives impliquant, de préférence, les acteurs susceptibles d'être concernés par la symbiose industrielle, ont-elles été menées dans le passé. |

| | Questions |
|--------------------------|---|
| Contexte environnemental | <ul style="list-style-type: none"> - Existe-t-il des zones polluées sur le territoire à l'échelle desquelles un projet de requalification est en cours ou en prévision, - Existe-t-il des zones sensibles du point de vue environnemental faisant l'objet d'une gestion spécifique et réglementée en matière d'aménagement du territoire, quelles mesures de protection sont mises en œuvre, quels sont les acteurs gestionnaires de ces espaces. |

Tableau 13 : Grille d'analyse synthétique pour la réalisation du diagnostic territorial.

Notons qu'il n'est pas nécessaire d'achever la classification des acteurs avant de mener l'analyse du contexte territorial. Ces deux étapes peuvent être menées en parallèle, en privilégiant la rencontre des acteurs au travers d'entretiens individuels. Outre le recueil de données permettant de classer et de caractériser les acteurs, ces entretiens permettront également de collecter des informations relatives au contexte du territoire et de commencer à sensibiliser les acteurs au projet.

2. Etape 2 : Définition de la stratégie de mise en œuvre

La définition de la stratégie de mise en œuvre correspond à la seconde étape de la représentation de niveau 1 en Figure 7. La figure suivante illustre la décomposition à un niveau supérieur : le niveau 2.

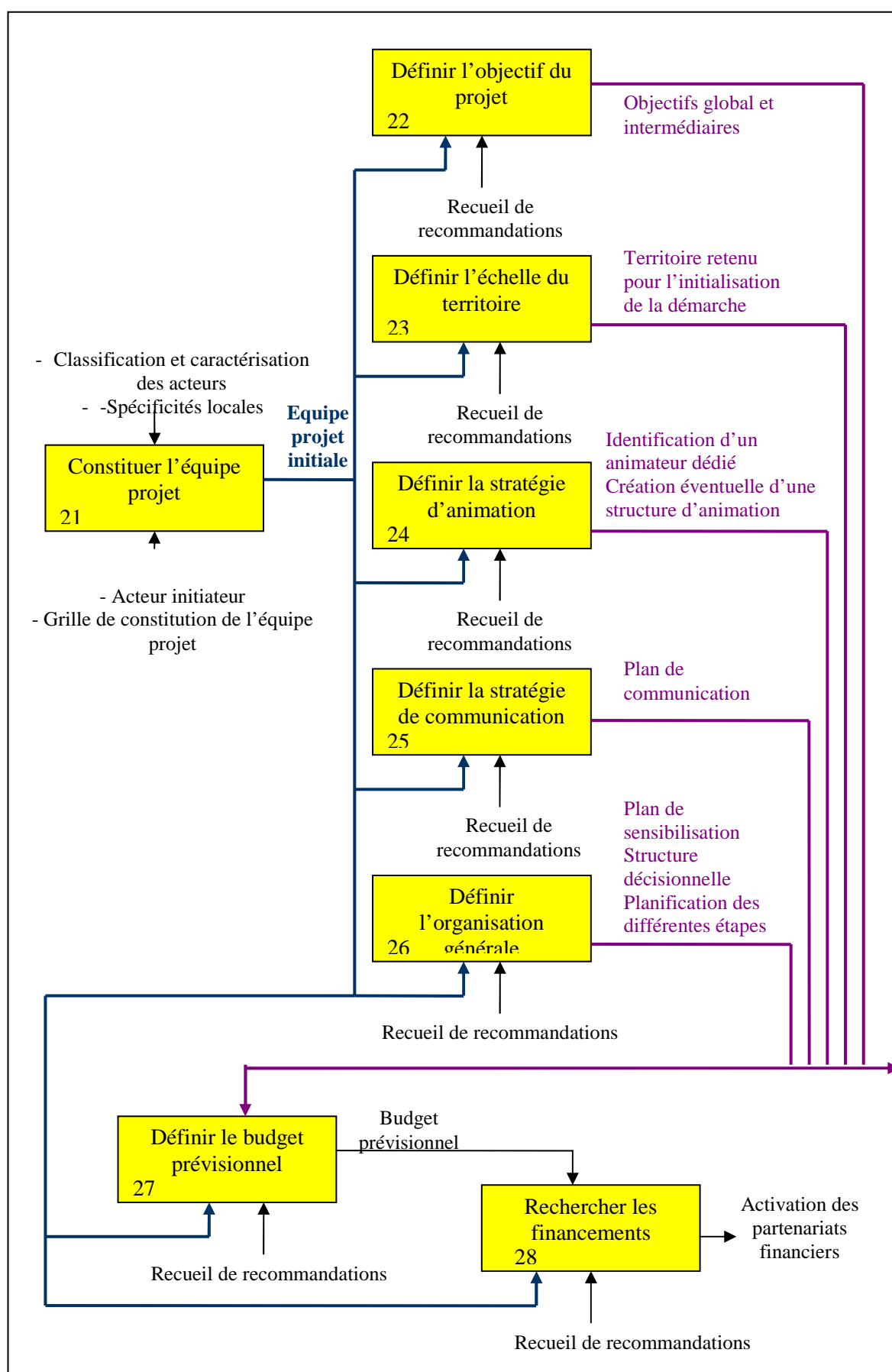


Figure 11: Diagramme représentant la définition de la stratégie de mise en œuvre (bloc 2, niveau 2).

La définition de la stratégie de mise en œuvre se déroule en huit étapes successives. La numérotation des blocs comprend 2 chiffres. Le premier correspond au numéro de l'étape de niveau 1 représentée sur ce diagramme, à savoir, l'étape 2 (cf. Figure 7). Le second permet de différencier les huit actions à mener dans le cadre de cette étape. La première vise à constituer l'équipe projet initiale (bloc 21). Cette action sera menée par l'acteur initiateur et à l'aide d'un outil spécifique (informations se trouvant au-dessous du bloc 21), à partir des données créées lors de l'étape précédente, à savoir la classification et la caractérisation des acteurs, ainsi que les spécificités territoriales (informations se trouvant au-dessus du bloc 21). Résulte de cette action une équipe projet qui sera en charge de la conduite des actions suivantes (blocs 22 à 28). Grâce à un recueil de recommandations construit à partir des éléments détaillés ci-après, l'équipe projet sera en mesure de définir les éléments constitutifs de la stratégie de mise en œuvre, correspondant, sur la Figure 11, aux données inscrites en violet en sortie des blocs 22 à 26. Ces données correspondent à la formulation agrégée « stratégie de mise en œuvre » se trouvant en sortie du bloc 2 sur la Figure 7. Ces éléments vont en effet influencer l'élaboration du budget prévisionnel (bloc 27 de la Figure 11) mais également le déroulement du projet (bloc 3 de la Figure 7). Enfin, l'activation des partenariats financiers résulte de la dernière étape 28 de ce diagramme et constitue également une donnée de sortie influençant le déroulement du projet.

2.1. Constitution de l'équipe projet

La définition de la stratégie de mise en œuvre d'une symbiose industrielle débute par la constitution de l'équipe projet. Celle-ci résulte du croisement de la classification des acteurs et de l'analyse du contexte territorial réalisées précédemment. Dans cette sous-partie, nous tenterons, dans un premier temps, de systématiser les enseignements issus de la première étape. Ensuite, nous aborderons le caractère nécessairement évolutif de l'équipe projet, celle-ci étant amenée à devenir un réseau institutionnalisé de manière à ce que la démarche de mise en œuvre de l'écologie industrielle, sur le territoire, soit pérenne. Différentes typologies de réseaux institutionnalisés seront alors proposées.

2.1.1. Composition initiale de l'équipe projet

Nous parlons de composition initiale car, comme le montrent bon nombre de projets analysés dans le cadre du troisième chapitre de ces travaux, les acteurs intégrant l'équipe projet, ainsi que le rôle qu'ils endossent, évoluent au fur et à mesure que celui-ci progresse dans le temps. A ce stade de la mise en œuvre d'une symbiose industrielle, il convient de constituer une équipe projet initiale de manière à engager la démarche. Il reviendra à ce groupe d'acteurs de définir ensuite l'ensemble de la stratégie de mise en œuvre de la symbiose industrielle, à savoir, de spécifier les objectifs de la démarche, l'échelle du territoire retenue, de préciser le budget prévisionnel nécessaire à la conduite du projet de manière à entamer la recherche de financements, ainsi que l'organisation opérationnelle et générale du projet. Grâce à la classification et à la caractérisation des acteurs, croisées aux éléments de contexte territorial, des recommandations relatives aux catégories d'acteurs constitutives de l'équipe projet sont proposées ci-après.

2.1.1.1. *Le porteur*

Rappelons que nous entendons par porteur du projet l'acteur qui soutient et revendique son existence et ses objectifs auprès d'autres acteurs du territoire. Il s'agit d'une sorte de représentant du projet, responsable des conséquences résultant de son déploiement et y trouvant un intérêt. A partir de la classification des acteurs, réalisée lors de la première étape de ce processus, les acteurs susceptibles d'endosser le rôle de porteur de projet sont, de par leurs compétences et leurs missions sur le territoire d'une part, et en fonction du contexte territorial d'autre part :

- Une collectivité territoriale dont le pouvoir s'exerce en partie, ou totalement, à l'échelle du territoire pressenti pour la mise en œuvre de la symbiose.

Une attention particulière devra être portée à cet acteur s'il est à l'origine :

- De politiques publiques favorisant le dynamisme économique du territoire (requalification de zone par exemple) ou la prise en compte des enjeux du développement durable dans sa planification (Agenda 21 par exemple),
- De la mise en œuvre de mécanismes d'incitations financières et réglementaires ou d'accords négociés encourageant les entreprises à

envisager des solutions innovantes en matière de traitement des déchets et de consommation de ressources énergétiques.

- Une association d'entreprises.
- Une entreprise de grande envergure (position dominante caractérisée par son pouvoir économique ou par l'expression d'une forme d'exemplarité vis-à-vis des PME-PMI).
- Un organisme interprofessionnel si l'objectif pressenti du projet vise à focaliser la démarche sur un secteur unique d'activité.
- L'agence de développement économique du territoire.
- La chambre de commerce et d'industrie.
- Un institut de recherche, notamment s'il s'agit de l'acteur initiateur.

Dans le cas particulier de la création d'un éco-parc à l'échelle d'une zone industrielle en planification, il est recommandé de confier le portage du projet à la collectivité territoriale en charge de la maîtrise d'ouvrage.

Ces acteurs susceptibles d'endosser le rôle de porteur de projet ne sont pas hiérarchisés. De manière à identifier l'acteur le plus à même d'endosser ce rôle, il est nécessaire de s'intéresser aux attributs dont ils disposent, à savoir leur pouvoir, leur légitimité et leur intérêt, tels qu'ils ont été définis dans le point 1.1.2.

A ce stade du processus, nous proposons une hiérarchisation de ces critères, ou attributs, afin d'orienter le choix de l'acteur porteur. L'ensemble des auteurs scientifiques s'accordent à penser que la présence d'un acteur public disposant d'un pouvoir légal et administratif au sein de l'équipe projet, est essentiel pour favoriser le succès de la démarche. Celui-ci facilite en effet la création de partenariats publics-privés, ainsi que l'intégration du projet d'écologie industrielle dans la stratégie globale d'aménagement du territoire. Il est également en mesure d'exercer « légalement » une influence sur le bon déroulement du projet grâce à la mise en œuvre d'incitations financières ou réglementaires, comme en témoigne l'action de la Municipalité de Kalundborg sur la symbiose. Par ailleurs, certains auteurs insistent également sur l'importance du portage politique d'un projet d'écologie industrielle, lors de sa phase de lancement notamment **[Duret, 2007; Mirata, 2005b; Eilering, 2004]**. La hiérarchisation des acteurs, en fonction des attributs dont ils disposent est donc la suivante :

| | Acteur | Attributs | Condition |
|---|---------------------------|---|---|
| 1 | Acteur pivot | Légitimité Intérêt Pouvoir légal et administratif, charismatique et/ou économique | / |
| 2 | Acteur pivot | Légitimité Intérêt Pouvoir légal et administratif | / |
| 3 | Acteur pivot | Légitimité Intérêt Pouvoir charismatique et/ou économique | Intégration d'un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif à l'équipe projet |
| 4 | Acteur moteur | Intérêt Pouvoir légal et administratif, charismatique et/ou économique | / |
| 5 | Acteur moteur | Intérêt Pouvoir légal et administratif | / |
| 6 | Acteur moteur | Intérêt Pouvoir charismatique et/ou économique | Intégration d'un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif à l'équipe projet |
| 7 | Acteur dépendant | Légitimité Intérêt | Intégration d'un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif à l'équipe projet |
| 8 | Acteur discrétionnaire | Légitimité | Intégration d'un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif à l'équipe projet |

Tableau 14 : Hiérarchisation des acteurs porteurs potentiels.

L'acteur pivot est évidemment l'acteur idéal pour endosser le rôle de porteur de projet car il dispose de tous les attributs. Cependant, selon la nature de son pouvoir, trois typologies d'acteur peuvent être différenciées.

La première typologie d'acteur est la plus favorable.

La seconde typologie d'acteur est moins favorable que la première, mais nous considérons que le pouvoir charismatique et/ou économique n'est pas indispensable à la fonction de porteur de projet si l'acteur dispose d'une bonne légitimité auprès des autres parties prenantes, lui permettant ainsi d'imposer sa volonté et de les mobiliser autour du projet, grâce à la confiance qu'il leur inspire.

La troisième typologie est plus favorable que les suivantes mais nécessite l'intégration d'un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif à l'équipe projet.

La quatrième typologie est moins favorable que les précédentes, mais nous considérons que le pouvoir dont dispose l'acteur peut suffire à mobiliser les parties prenantes, même s'il n'est pas légitime à leurs yeux. Par ailleurs, comme nous l'avons

vu, la légitimité est un attribut qui peut s'acquérir au fur et à mesure de l'avancement du projet, par la conduite d'actions collectives avec succès.

La cinquième typologie est plus favorable que les suivantes, car nous pensons que le pouvoir légal et administratif dont dispose l'acteur peut suffire à endosser le rôle de porteur grâce à l'intérêt que celui-ci porte au projet. Nous considérons que sa motivation et son implication sont proportionnelles aux avantages dont peut bénéficier l'acteur à travers la mise en œuvre de ce projet.

La sixième typologie n'est favorable qu'à condition d'intégrer un acteur disposant d'un pouvoir légal et administratif à l'équipe projet, même si l'acteur moteur acquiert de la légitimité au fur et à mesure de l'avancement du projet.

La septième typologie d'acteur peut être envisagée sous les mêmes conditions que précédemment.

La dernière typologie d'acteur n'est à retenir qu'en dernier recours, si la légitimité de l'acteur est vraiment significative et irréfutable, et sous les mêmes conditions que précédemment. Cependant, par son manque d'intérêt pour le projet, l'acteur risque de ne pas se mobiliser suffisamment pour assurer pleinement sa mission.

Enfin, si l'un des acteurs présentés ci-dessus est un acteur incontournable, tel que défini dans le point 1.2.4.1, il constitue un porteur de projet idéal quelque soit sa typologie.

2.1.1.2. Le coordinateur

Rappelons que nous entendons par coordinateur de projet l'acteur qui, en étroite collaboration avec le porteur, lorsqu'il est différent, assure la coordination globale des actions.

A partir de la classification des acteurs, réalisée lors de la première étape de ce processus, les acteurs susceptibles d'endosser le rôle de porteur de projet sont, de par leurs compétences et leur mission sur le territoire :

- Une collectivité territoriale,
- Une association d'entreprises,
- Un institut de recherche,
- Un organisme interprofessionnel,
- Une chambre de commerce et d'industrie,
- Une agence de développement économique.

Selon nous, seuls les acteurs appartenant à la typologie des acteurs pivots, sans distinction entre les différentes formes de pouvoir dont ils peuvent disposer, sont

susceptibles de cumuler les rôles de porteur et de coordinateur du projet. En effet, ces deux missions nécessitent un investissement conséquent qui ne peut être fourni que par un acteur dont l'intérêt pour le projet est significatif. De plus, celui-ci doit être légitime, vis-à-vis de l'ensemble des acteurs du territoire, en matière d'animation et de coordination d'actions collectives. Enfin, l'exercice d'un pouvoir, que celui-ci soit charismatique, économique ou encore légal et administratif, confère à l'acteur pivot une capacité importante à imposer sa volonté et à mobiliser d'autres acteurs autour de la démarche.

Les acteurs susceptibles d'endosser le rôle de coordinateur ne sont pas hiérarchisés par ordre de priorité. De manière à les identifier, il est nécessaire de s'intéresser aux attributs dont ils disposent, à savoir leur pouvoir, leur légitimité et leur intérêt, tels qu'ils ont été définis dans le point 1.1.2. A ce stade du processus, nous proposons donc une hiérarchisation de ces critères, ou attributs, afin d'orienter le choix de l'acteur coordinateur.

Si le coordinateur ne peut pas être identique au porteur, et que celui-ci ne présente pas de pouvoir légal et administratif, la coordination du projet devra être attribuée à un acteur disposant de cette forme de pouvoir. Par ailleurs, cette contrainte mise à part, la hiérarchisation des acteurs, en fonction des attributs dont ils disposent est la suivante :

| | Acteur | Attribut | Condition |
|---|------------------|--|--|
| 1 | Acteur pivot | Intérêt Légitimité Pouvoir légal et administratif et/ou économique et/ou charismatique | / |
| 2 | Acteur dépendant | Intérêt Légitimité | / |
| 3 | Acteur moteur | Intérêt Pouvoir légal et administratif et/ou économique et/ou charismatique | Acquisition de la légitimité au fur et à mesure de l'avancement du projet, par la conduite d'actions collectives avec succès |

Tableau 15 : Hiérarchisation des acteurs coordinateurs potentiels.

Les critères discriminants, dont doit absolument disposer le coordinateur, sont la légitimité en matière de conduite d'actions collectives et l'intérêt. L'acteur doit être connu et reconnu pour ses qualités d'animateur et de coordinateur. Il doit, par exemple, avoir mené dans le passé, et avec succès, des actions collectives pour lesquelles un objectif commun tenant compte des enjeux et contraintes de chacun a été défini. Les acteurs du territoire ont confiance en lui. Il peut également s'agir d'un acteur

incontournable tel que défini en 1.2.4.1. Le projet d'écologie industrielle doit également présenter un intérêt suffisamment important pour le coordinateur, de manière à ce que celui-ci s'en empare pleinement, mettant à sa disposition les moyens humains nécessaires.

2.1.1.3. Le financeur

Il nous semble essentiel d'identifier, dès cette étape, les acteurs susceptibles de constituer des partenaires financiers, même si ces derniers ne seront impliqués au sein de l'équipe projet qu'après avoir défini un budget prévisionnel permettant de le mener à bien. A ce stade du processus, nous nous intéressons aux financements nécessaires au lancement de la démarche, celle-ci pouvant se traduire par la structuration du réseau, par la conduite d'une étude préliminaire d'évaluation du potentiel synergique du territoire, ou encore par la mise en œuvre de groupes de travail au travers desquels des synergies d'écologie industrielle sont identifiées, analysées et mises en œuvre.

A partir de la classification des acteurs, réalisée lors de la première étape de ce processus, les acteurs susceptibles de constituer des partenaires financiers sont :

- Les collectivités territoriales,
- Les entreprises de grande envergure,
- Les chambres de commerce et d'industrie,
- Les agences de l'Etat et autres services déconcentrées,
- L'agence de développement économique,
- Un institut de recherche, notamment si celui-ci est également l'acteur initiateur.

Le financement d'une démarche d'écologie industrielle, lorsque celle-ci est pérenne, c'est-à-dire lorsque qu'elle est intégrée dans la stratégie globale d'aménagement du territoire et ne fait plus l'objet d'un projet à durée limitée, est d'une autre nature. Les besoins le sont également. Lorsqu'une démarche d'écologie industrielle est pérenne, il est en effet nécessaire de financer le fonctionnement du réseau coordinateur, celui-ci pouvant se traduire par l'embauche d'un animateur dédié, la conduite de groupes de travail, l'organisation d'évènements réguliers, la communication, la réalisation d'études (recherche de synergie et analyse de leur faisabilité), etc. Les acteurs cités précédemment restent donc des partenaires financiers potentiels de la démarche, lorsque celle-ci est pérennisée, auxquels il est possible d'ajouter les entreprises du

territoire, tels qu'en Allemagne ou en France dans le cadre du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube⁶¹.

2.1.1.4. Les acteurs opérationnels

Rappelons que nous entendons par acteur opérationnel celui qui réalise le travail. On trouve généralement plusieurs acteurs opérationnels au sein d'une équipe projet dont les compétences sont différentes et complémentaires. Comme précédemment, les acteurs susceptibles de constituer des partenaires techniques doivent être identifiés dès cette étape, même si ces derniers ne sont pas tous impliqués dès les premières phases du projet. La connaissance de l'existence de ces partenaires potentiels permet en effet de mieux estimer le budget prévisionnel du projet et d'en anticiper le déroulement. On distingue deux types de partenariats techniques. Le premier concerne l'identification des synergies d'écologie industrielle via la réalisation du métabolisme industriel du territoire et le traitement des données qui en résultent, ainsi qu'à l'animation, au quotidien, du projet en soutien à l'équipe coordinatrice. Le second fait davantage référence à l'analyse de la faisabilité technique, économique et réglementaire des synergies identifiées dans le cadre du projet, ainsi que leur mise en œuvre opérationnelle.

Les acteurs susceptibles d'intervenir dans le cadre des deux types de partenariats évoqués ci-dessus sont :

- Les structures de conseil telles que les bureaux d'étude ou les associations,
- Les instituts de recherche, sachant que lorsqu'ils appartiennent à des universités, des étudiants peuvent être mis à contribution lors de la collecte des données pour la réalisation du métabolisme industriel, tel qu'en Caroline du Nord aux Etats-Unis, à Landskrona en suède, ou encore dans le cadre du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube en France,
- Les agences de développement économique.

Les acteurs susceptibles d'intervenir spécifiquement lors de l'analyse de la faisabilité de synergies et de leur mise en œuvre sont :

- Les organismes interprofessionnels,
- Les entreprises en charge de la collecte et du traitement des déchets.

⁶¹ La participation financière des entreprises se traduit généralement par le versement d'une cotisation en échange de laquelle ils deviennent membres du réseau.

2.1.1.5. Les autres acteurs de l'équipe projet

La classification des acteurs réalisée lors de la première étape de ce processus met en évidence un certain nombre d'acteurs susceptibles de constituer des partenaires utiles à la mise en œuvre de la démarche d'écologie industrielle sur le territoire, sans forcément endosser le rôle de porteur, coordinateur, financeur ou opérationnel. La présence de ces acteurs au sein de l'équipe projet vise à faciliter la mobilisation de l'ensemble des entreprises autour de la démarche, ainsi qu'à définir des objectifs en cohérence avec les contraintes économiques et environnementales du territoire.

Il s'agit, en premier lieu, des entreprises disposant d'une sensibilité environnementale suffisamment accrue pour adopter une démarche proactive concernant la réduction de l'impact de leur activité sur l'environnement. Elles se positionnent en exemple pour les autres entreprises du territoire, leur démontrant qu'il est possible de concilier leurs contraintes et enjeux vis-à-vis du maintien de leur compétitivité, tout en menant des actions visant une meilleure prise en compte de l'environnement. Elles témoignent du fait que les mesures visant à réduire l'impact de l'activité humaine sur l'environnement ne se traduisent pas toujours par une contrainte financière et réglementaire supplémentaire. L'intégration de telles entreprises au sein de l'équipe projet permet donc de faciliter la mobilisation de l'ensemble des entreprises du territoire susceptibles de s'identifier à ces dernières.

En second lieu, nous pouvons également évoquer les chambres de commerce et d'industrie qui, de par leur rôle de représentation des entreprises, disposent également d'une connaissance des acteurs, ainsi que de leurs enjeux et contraintes en matière de développement. De plus, selon le statut de la chambre de commerce et d'industrie, l'ensemble, ou une partie, des entreprises du territoire appartiennent au réseau qu'elles ont la charge d'animer. Ces acteurs constituent donc des partenaires mobilisateurs essentiels.

Enfin, les acteurs de la société civile, tels que les associations de riverains ou de protection de l'environnement, sont également à intégrer au sein de l'équipe projet de manière à prendre connaissance des contraintes spécifiques relatives au contexte social ou encore à la sensibilité environnementale du territoire le plus en amont possible du projet. Cela facilite également la communication avec ces acteurs susceptibles de constituer des blocages dans la réalisation de la symbiose industrielle, s'ils sont mal informés.

Par ailleurs, l'ensemble des acteurs qui ont été identifiés lors de la première étape de ce processus, mais à qui aucun rôle spécifique n'a été confié, doivent également être mobilisés. Si ces derniers ne sont pas intégrés à l'équipe projet dès le lancement de la démarche, nous pensons que leur participation au réseau en cours de constitution sera nécessaire à son institutionnalisation. Au fur et à mesure de l'avancement du projet, nous considérons, en effet, que celui-ci deviendra pérenne à partir du moment où l'équipe projet aura évolué en un réseau institutionnalisé dont nous proposerons différentes typologies ci-après.

Pour conclure sur la composition initiale de l'équipe projet, il est important de noter que les recommandations énoncées ci-dessus ont été principalement déduites de manière empirique. Si l'outil présenté ici dispose d'un caractère normatif en ce sens qu'il propose un processus en quatre étapes chronologiques permettant à un acteur de mener à bien une démarche d'écologie industrielle, il repose sur la définition d'une stratégie de mise en œuvre en fonction d'un certain nombre d'éléments contextuels. Or il nous semble irréaliste de prétendre pouvoir envisager, de manière exhaustive, l'ensemble des configurations contextuelles possibles. Chaque territoire est unique. De ce fait, si un maximum de configurations territoriales ont été envisagées de manière à systématiser la composition idéale d'une équipe projet, le résultat de cette analyse devra inévitablement être modéré avec ce qu'il est réellement possible d'envisager sur le territoire. En effet, la présence d'un jeu d'acteurs plus ou moins politisé ou conflictuel peut rendre l'équipe projet, telle que celle-ci devrait être constituée à partir de cet outil, totalement inopérante. Dans ce cas, il pourra être préférable de retenir une composition peut-être moins favorable d'un point de vue théorique, mais présentant plus de facteurs de succès d'un point de vue relationnel (relation de confiance et communication efficace). Si cet aspect est déjà envisagé dans le cadre de cet outil à travers l'analyse du contexte organisationnel, nous sommes conscients que cela n'est pas suffisant et qu'il sera nécessaire d'ajouter à cet outil, lors du diagnostic territorial, une véritable analyse du jeu d'acteur en présence.

2.1.2. Evolution de l'équipe projet en un réseau institutionnalisé

Comme nous l'avons déjà évoqué à plusieurs reprises au cours de ces travaux, l'équipe projet telle qu'elle est constituée au cours de cette étape est temporaire et évolutive. Il lui revient de finaliser la définition de la stratégie de mise en œuvre et d'initialiser la démarche d'écologie industrielle sur le territoire. Comme en témoignent

les expérimentations analysées dans le troisième chapitre, sa composition évolue au fur et à mesure de l'avancement du projet et de la mobilisation croissante des acteurs du territoire. Grâce à des notions empruntées à l'école de la proximité, définies dans le second chapitre de ces travaux, nous proposons une caractérisation de la nature des interactions entre les acteurs impliqués dans une démarche d'écologie industrielle, en fonction de l'avancement de celle-ci.

Tout d'abord, la proximité géographique entre les acteurs d'un territoire, telle qu'elle est définie par Gilly et Torre **[Gilly, 2000]**, constitue, selon nous, un préalable nécessaire à la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle. En effet, selon B. Pecqueur et J. B. Colletis **[Colletis, 2004]**, cette forme de proximité joue un rôle de « facilitateur » de la coordination. Ensuite, dès lors que le projet est initialisé, les acteurs impliqués vont construire une proximité organisée. En intégrant l'équipe projet, les différents acteurs publics et privés partagent en effet des valeurs communes liées aux objectifs partagés, poursuivis par la démarche à mettre en œuvre. Celle-ci est dynamique et nous soutenons l'hypothèse selon laquelle au fur et à mesure de son avancement, la nature des modes de coordination des acteurs caractérisant leur proximité évolue. Dès les premières phases de la démarche, les acteurs sont réunis au sein d'une équipe projet. Nous parlons alors de proximité organisationnelle. En effet, les membres de l'équipe se sont entendus sur un certain nombre d'éléments stratégiques définis collectivement et constituant un cadre cognitif commun. Cette forme de proximité se traduit par l'existence d'interactions entre les acteurs, individuels ou collectifs, entre les organisations auxquelles ils appartiennent et en leur sein, ce qui constitue un contexte relationnel favorable à la mise en œuvre de symbioses industrielles. L'existence de cette forme de proximité n'est pas obligatoirement immédiate dès lors que le projet est initié. En effet, il est possible que la distance organisationnelle entre les membres d'une même équipe projet soit telle, pour des raisons contextuelles, que la communication entre ces derniers et la reconnaissance des valeurs à partager soient rendues difficiles. Ce ne sera alors que grâce à des actions de sensibilisation, de rencontres, de discussions et d'échanges, voire de réalisations collectives visant notamment le partage d'un langage commun, que la proximité organisationnelle, puis institutionnelle, entre les acteurs s'établira. A partir de ce stade, nous pensons que l'équipe projet est amenée ensuite à évoluer vers un réseau réunissant l'ensemble des acteurs publics et privés participant à la mise en œuvre de la démarche d'écologie industrielle. La différence fondamentale que nous établissons entre l'équipe projet et le réseau d'acteurs réside dans la capacité de ces derniers à devenir des ressources pour le projet. Lorsque la démarche est pilotée par une équipe projet, seuls ses membres sont des ressources dont la mission est de sensibiliser et de mobiliser l'ensemble des

parties prenantes dont la participation au projet est souhaitée. Celles-ci sont intégrées au processus de manière passive. Lorsque ces mêmes acteurs prennent part, de manière active, au processus, ils deviennent à leur tour des ressources et constituent un réseau au sein duquel la gouvernance est assurée, notamment par les acteurs constitutifs initialement de l'équipe projet, mais également par l'ensemble des acteurs du réseau. Grâce à ce processus d'activation des ressources **[Colletis, 1999]**, le réseau se construit au fur et à mesure de l'avancement du projet et évolue jusqu'à ce qu'il s'institutionnalise, tel que cela s'est produit dans le cadre du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube en France, à Heidelberg en Allemagne, ou encore à Landskrona en Suède. La démarche d'écologie industrielle s'inscrit dès lors dans une phase de pérennisation et va trouver les ressources qui vont en renforcer la trajectoire institutionnelle **[Cros, 1996]**. La proximité caractérisant les interactions entre les acteurs du réseau est de nature institutionnelle. En effet, la mise en œuvre d'une symbiose industrielle sur un territoire donné ne constitue plus un objectif isolé, mais néanmoins partagé par l'ensemble des membres du réseau. L'écologie industrielle est, dans ce cas, véritablement intégrée dans les politiques d'aménagement du territoire et de développement économique par l'ensemble des acteurs publics et privés. L'institutionnalisation du réseau d'écologie industrielle constitue, selon nous, la preuve de l'inscription, dans la durée, de la démarche d'écologie industrielle sur le territoire. Il ne s'agit plus d'un projet à durée déterminée et aux objectifs fixes, mais d'une approche nouvelle, au caractère dynamique et évolutif, selon laquelle les comportements collectifs des acteurs résultent de leur adhésion à un espace commun de représentation et de règles d'action **[Livet, 1994]**, construit par ces derniers et basé sur l'intégration du principe de l'écologie industrielle dans tout projet de développement. Comme précisé dans le second chapitre de ce travail, la symbiose industrielle s'apparente alors à une spécification, selon les différents modes de développement territorial identifiés par G. Colletis et al. **[Colletis, 1999]**.

Il peut être intéressant de distinguer les différentes formes de réseaux institutionnalisés qu'il est possible de rencontrer. On en dénombre deux principales :

- Un réseau d'acteurs sans statut juridique, animé et coordonné par une structure existante,
- Une association ou une entité juridique créée spécifiquement pour les besoins du projet.

Quel que soit le type de réseau, trois aspects le caractérisent. Tout d'abord, celui-ci gravite en général autour d'un noyau, c'est-à-dire autour d'un acteur moteur qui va, par ses actions d'animation, s'assurer du maintien de sa dynamique. Ensuite, sa

gouvernance est mixte, de manière à favoriser l'intégration du concept dans les stratégies d'aménagement du territoire et de développement économique, ainsi que pour amorcer une transformation, en profondeur, des modes de consommation et de production des acteurs économiques. Enfin, le financement, et de manière plus générale, le fonctionnement de celui-ci, est pérenne et ne dépend plus de subventions accordées de manière exceptionnelle pour la réalisation d'une action précise.

Le processus selon lequel l'équipe projet se transforme en un véritable réseau, au sein duquel les interactions entre les acteurs sont caractérisées par une forme de proximité organisationnelle dans un premier temps, puis institutionnelle, est plus facile à se dérouler si l'approche adoptée est horizontale que verticale. L'étude approfondie d'expériences en écologie industrielle, réalisée dans le troisième chapitre de ce travail, a permis de mettre en évidence l'existence de trois approches stratégiques différentes, selon la nature de l'acteur porteur et/ou initiateur de la démarche. Les deux premières sont verticales, il s'agit des approches bottom-up, qui émanent des acteurs de terrain, et top down, qui émanent d'autorités gouvernementales. La troisième est horizontale et se situe à l'interface des deux premières, les projets étant généralement initiés par des acteurs qui ne sont ni des entreprises ni des acteurs politiques. Dans le cadre des démarches analysées dans ce travail, il s'agit de laboratoires de recherche. Il est cependant tout à fait envisageable que ce type d'approche soit également adopté pour mener une démarche d'écologie industrielle émanant d'une structure de conseil, dont la mission vise à aider les entreprises à réduire l'impact de leur activité sur l'environnement, qu'il s'agisse d'un bureau d'étude privé ou d'une association.

Selon l'approche adoptée, celle-ci se caractérise par un mode de gouvernance spécifique. L'équipe projet devra être constituée en fonction du rôle, des missions et des attributs des différents acteurs du territoire, dans un souci de complémentarité et de représentation de l'ensemble des enjeux et contraintes en présence. Cependant, si le porteur est un acteur public, la stratégie visant à mobiliser l'ensemble des parties prenantes du territoire relèvera inévitablement d'une approche top-down dont la gouvernance sera, dans les premières phases du projet, essentiellement publique. De même, si le porteur est un acteur privé, ou un organisme représentant des entreprises, la gouvernance sera essentiellement privée, voire privée collective, telle que définie dans l'article de Colletis et al. **[Colletis, 1999]**. Or, au fur et à mesure de l'avancement du projet, et de manière à ce que celui-ci s'inscrive dans la durée et dans la pérennité, nous soutenons l'idée selon laquelle le fonctionnement de l'équipe projet évolue

nécessairement vers un véritable réseau d'acteurs institutionnalisé, dont la gouvernance sera plutôt de nature mixte.

Si la démarche d'écologie industrielle est menée selon une approche horizontale en raison de la nature de l'acteur qui en est l'origine, c'est-à-dire ni une entreprise ni une autorité gouvernementale, celui-ci devra mobiliser à la fois les acteurs publics et privés autour de la démarche. Cette spécificité complexifie considérablement le processus d'initialisation du projet, en termes de sensibilisation, et de constitution de l'équipe projet, surtout si le contexte relationnel caractérisant la nature des échanges entre les potentielles parties prenantes n'est pas favorable, c'est-à-dire s'il n'existe pas de proximité géographique. Cependant, cela conduit à la constitution d'un réseau en cours d'institutionnalisation dont la gouvernance est mixte. Cet aspect facilite, par la suite, l'évolution du projet en une démarche pérenne et intégrée à la politique d'aménagement et de développement du territoire.

Ainsi, dans un souci de hiérarchisation des différents types d'approche, il semblerait que les projets de symbioses industrielles, menés selon une approche horizontale, soient plus difficiles à initialiser en raison de l'important travail de mobilisation qui incombe à l'acteur initiateur, que les approches verticales. Cependant, une fois que l'équipe projet est constituée, le processus de pérennisation de la démarche, selon lequel un réseau d'acteurs va s'institutionnaliser, nous semble plus rapide et aisé à mettre en œuvre, notamment en raison du fait que la gouvernance de l'équipe projet est mixte dès sa création. Au contraire, les démarches verticales semblent plus faciles à initialiser car il est possible de constituer une équipe projet à partir d'acteurs facilement mobilisables par l'initiateur, même si celle-ci ne respecte pas l'ensemble des recommandations énoncées précédemment. Celle-ci sera de gouvernance principalement publique ou privée, selon la nature de l'acteur initiateur et/ou porteur. Nous pensons cependant, dans ce cas, que la mobilisation nécessaire de l'ensemble des parties prenantes pour la constitution d'un réseau, et à fortiori, pour la pérennisation de la démarche, sera plus difficile. Le danger relatif à ces approches est qu'elles se limitent à la réalisation d'une étude préliminaire d'identification de synergies, par exemple, sans mise en œuvre possible de celles-ci en raison d'un contexte relationnel et organisationnel défavorable sur le territoire (pas de communication entre les acteurs, absence de culture de l'action collective, absence de confiance entre les acteurs publics et privés et entre les acteurs privés, par exemple).

2.2. Définition de l'objectif du projet et de l'échelle du territoire retenu

Il convient à l'équipe projet nouvellement constituée de définir, collectivement, l'objectif du projet, ainsi que l'échelle du territoire retenu, pour la mise en œuvre de la symbiose industrielle. La définition de ces éléments stratégiques doit être collective de manière à ce qu'ils soient partagés par l'ensemble des membres de l'équipe projet. Cela permettra de renforcer leur mobilisation et leur intérêt d'une part, et de tenir compte de l'ensemble des attentes et des préoccupations des acteurs qu'ils représentent, et dont la mobilisation sera nécessaire, d'autre part.

Dans un premier temps, nous aborderons, dans cette sous-partie, la question de la pertinence du territoire à retenir pour la conduite d'une démarche d'écologie industrielle. Dans un second temps, nous évoquerons les spécificités liées à la définition de l'objectif, ou plus justement des objectifs, de mise en œuvre, car nous verrons que ces derniers sont en réalité multiples, mais de visées à plus ou moins long terme.

2.2.1. Un territoire évolutif

Le choix du territoire le plus pertinent pour la réalisation d'un projet d'écologie industrielle est intimement lié au territoire à l'échelle duquel l'acteur porteur ou initiateur exerce son pouvoir politique ou économique, principalement pour des raisons d'efficacité de l'action. Nous verrons cependant que ce mécanisme présente un caractère dynamique et que le territoire retenu à ce stade de la définition de la stratégie de mise en œuvre est amené à évoluer, au fur et à mesure de l'avancement du projet et de la structuration du réseau d'acteurs. L'analyse des études de cas présentées dans le troisième chapitre de ce travail nous permet de mettre en évidence trois configurations possibles concernant le choix du territoire le plus pertinent pour le lancement du projet. Si le portage est assuré par un acteur public, il conviendra de retenir le territoire juridico-administratif correspondant à l'exercice de ses compétences et de son pouvoir. Dans le cas particulier de la France par exemple, si le porteur est un Conseil Général, le territoire considéré sera, dans un premier temps, le département. Si, comme dans le cas des projets menés à Rotterdam aux Pays-Bas ou à Kwinana en Australie, la démarche est initiée par une association d'entreprises, le territoire retenu correspondra à la zone d'activités ou à l'espace géographique sur lequel les entreprises membres de l'association sont implantées. Enfin, si le projet est initié par un laboratoire de recherche, il est possible que le territoire soit choisi par celui-ci en fonction de ses

besoins en matière de recherche. A Heidelberg, en Allemagne, par exemple, le premier territoire à l'échelle duquel la démarche a été menée est une zone industrielle traditionnelle, car le laboratoire de recherche à l'origine du projet souhaitait analyser les moyens de développer un noyau stable de coopération interindustrielle sur une zone au sein de laquelle les acteurs n'entretiennent initialement et historiquement aucune relation.

Ces trois configurations sont, selon nous et aujourd'hui, les plus fréquentes au vu des différents retours d'expériences analysés à travers le monde. Si d'autres configurations se présentent, il sera nécessaire de retenir un territoire à l'échelle duquel l'équipe projet pourra aisément mobiliser l'ensemble des parties prenantes dont la participation à la démarche est souhaitée, selon les critères suivants :

- Un ou plusieurs acteurs de l'équipe projet exercent un pouvoir à l'échelle de celui-ci et disposent d'une légitimité aux yeux des acteurs le constituant,
- Il existe une proximité géographique, voire organisationnelle entre les acteurs du territoire.

Nous soutenons cependant l'hypothèse selon laquelle le choix du territoire retenu lors de l'initialisation de la démarche, va nécessairement évoluer de pair avec la structuration du réseau d'acteurs. En effet, selon Perrat et Zimmerman **[Perrat, 2003]**, à chaque activité ou ensemble d'activités correspond un territoire pertinent dont les contours sont évolutifs. Ainsi, l'échelle la plus pertinente de l'action correspondra au territoire construit par les processus de coordination des acteurs du réseau. Nous pouvons définir celui-ci comme un espace fonctionnel, au sens de S. Nahrath et F. Varone **[Nahrath, 2007, p. 237]**, car il correspond à un territoire ne présentant pas nécessairement de frontières juridico-administratives, et au sein duquel des acteurs tentent de résoudre, collectivement, un problème « *reconnu politiquement comme tel* ». Dans notre cas, il s'agit de l'intégration des principes de l'écologie industrielle dans les politiques d'aménagement du territoire et de développement économique, de manière à réduire l'impact des activités du territoire sur l'environnement. La résolution de ce « problème » nécessite véritablement une réorganisation de l'action publique et une redéfinition des frontières et des rapports entre les acteurs privés et publics. Nahrath et Varone définissent la notion d'espace fonctionnel comme « *un champ au sein duquel se construit un problème collectif à résoudre, reconnu politiquement comme tel ... par divers acteurs privés et publics. Il représente ainsi le périmètre social ou géographique qui est accepté comme pertinent pour gérer le dit problème. Il fonctionne également comme l'espace politique légitime et adéquat, en termes d'efficacité présumée, pour arbitrer les rivalités entre les producteurs et les destinataires des biens et services en*

jeu. ». La dernière phrase fait référence à la nécessité de tenir compte des contraintes et des préoccupations de l'ensemble des acteurs, publics et privés, impliqués dans la démarche d'écologie industrielle. Enfin, le territoire correspondant à cet espace fonctionnel présente un caractère dynamique en ce sens qu'il est amené à évoluer en fonction de l'avancement du projet, des problématiques à résoudre, et de la nature des acteurs mobilisés. Cependant, selon Nahrath et Varone, la flexibilité du périmètre de l'espace fonctionnelle tend à se rigidifier au fur et à mesure que son dispositif de régulation, c'est-à-dire le réseau d'acteur et leurs processus de coordination, se développe et s'institutionnalise.

Par ailleurs, si l'espace fonctionnel, tel qu'il est défini ci-dessus, semble constituer le territoire le plus pertinent pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle, on ne peut s'affranchir, dans une perspective plus globale de considération des enjeux du développement durable, de la prise en compte de l'impact environnemental de l'espace fonctionnel en question sur d'autres territoires environnants. Celui-ci peut, par exemple, consommer des ressources naturelles non renouvelables provenant de territoires voisins, ou encore générer des flux dont le traitement est effectué en dehors de ses frontières. Dans ce cas, nous ne pensons pas qu'il soit nécessaire d'élargir de manière forcée le périmètre du territoire considéré, au risque que celui-ci ne corresponde plus au territoire construit par les processus de coordination des acteurs du réseau. Selon nous, il est nécessaire d'imaginer de nouveaux modes de coordination entre les différents territoires afin d'intégrer les principes de l'écologie industrielle aux politiques d'aménagement et de développement économique de manière plus globale. Le métabolisme industriel est un outil d'évaluation environnementale qui, appliqué à une échelle plus large que celle de l'espace fonctionnel retenu, peut apporter des éléments de réponse quant à la qualification et la quantification de l'impact de l'espace fonctionnel en question sur d'autres territoires. Cet aspect ne sera pas traité dans le cadre de ces travaux mais constitue une perspective de recherche.

2.2.2. Des objectifs multiples pour un résultat similaire

Comme nous l'avons vu au cours du troisième chapitre, l'analyse des cas étudiés a permis de mettre en évidence l'existence d'une différence possible entre l'objectif poursuivi par la démarche de mise en œuvre d'une symbiose industrielle, commun à tous les projets quelle que soit la stratégie déployée, et l'objectif « affiché » correspondant davantage aux missions de l'acteur porteur, ou aux politiques appliquées en matière d'aménagement du territoire et de développement économique.

Le premier fait davantage référence à un objectif global, à long terme, visant la mise en œuvre opérationnelle des principes de l'écologie industrielle sur un territoire. Il sous-tend l'intégration du concept au cœur des stratégies de développement du territoire. Cependant ce processus est long et nécessite des transformations profondes dans les processus de coordination des acteurs impliqués. De plus, en l'absence d'une sensibilité particulière aux principes de l'écologie industrielle, ce qui est le cas dans la plupart des territoires à travers le monde, cet objectif risque de ne pas être compris, de prime abord, par l'ensemble des acteurs du projet. C'est pourquoi la stratégie adoptée par l'équipe projet devra être progressive et débiter par des étapes préliminaires, afin de créer une dynamique autour du projet et de mobiliser l'ensemble des parties prenantes dont la participation est souhaitée. Ces premières étapes nécessitent des objectifs clairs et compréhensibles, adaptés aux besoins et aux préoccupations du plus grand nombre, afin de garantir la mise en œuvre d'actions concrètes à court ou moyen terme. La dynamique ainsi enclenchée doit permettre de renforcer, ou de créer le contexte relationnel et organisationnel favorable à la mise en œuvre de symbioses industrielles sur le territoire, et à plus long terme, de tendre vers une institutionnalisation du réseau d'acteurs ainsi constitué.

Ces premières étapes sont à définir en fonction du contexte économique et politique du territoire sur lequel le projet est retenu. Il peut s'agir de la création d'un éco-parc, par exemple, comme cela a été évoqué dans le point 1.2 de ce chapitre, ou encore de la recherche de synergies d'écologie industrielle à l'échelle d'un périmètre restreint. Concernant la création d'un éco-parc, nous ne disposons pas d'élément stratégique et méthodologique complémentaire à fournir par rapport à ce qui est actuellement disponible dans la littérature scientifique, restitué dans le troisième chapitre de ce mémoire. En effet, parmi les cas étudiés, aucun projet n'a consisté à créer un éco-parc. Par ailleurs, cet aspect fera l'objet de recherches futures, notamment grâce à l'expérimentation menée dans le cadre du projet COMETHE depuis le début de l'année 2008, sur des parcs d'activités vierges de tout aménagement. Concernant la recherche de synergies d'écologie industrielle à l'échelle d'un périmètre restreint, les recommandations d'ordre stratégique et méthodologique suivantes peuvent être proposées, à partir de l'analyse des cas étudiés au cours du chapitre précédent. Le choix de ce périmètre, qu'il soit géographique ou sectoriel, doit être effectué en fonction des spécificités contextuelles, tel que cela a été présenté dans le point 2.2.1 de ce chapitre.

Enfin, il est également possible d'envisager la mise en œuvre d'actions préalables à ces étapes préliminaires, de manière à créer un contexte relationnel favorable⁶² si celui-ci n'existe pas :

- Création de lieux de rencontres et d'échanges (une association de zone industrielle par exemple),
- Mise en œuvre de projets collectifs (gestion mutualisée des déchets sur une zone d'activités, équipements et infrastructures partagés, restauration collective, etc.)

2.3. Autres éléments stratégiques

Selon nous, un certain nombre d'éléments stratégiques doivent être définis le plus en amont possible pour favoriser le succès de la démarche. Il s'agit principalement de l'animation du projet, son organisation générale, la communication autour de celui-ci et sa planification. Cette réflexion préalable permet d'élaborer un budget prévisionnel au plus juste, pour ensuite engager la recherche de financements lors de l'étape suivante (étape 3 : déroulement du projet). Nous ne disposons pas d'information précise sur les choix stratégiques qui ont été opérés concernant ces aspects dans le cadre des cas analysés au chapitre précédent, ainsi que sur leur justification, notamment d'un point de vue contextuel. Cependant, l'analyse de ces cas nous a permis de mettre en évidence un frein d'une nouvelle nature, non abordé encore jusqu'ici dans le cadre de ce travail : le frein financier. En effet, les démarches d'écologie industrielle sont des processus lents⁶³ pour lesquels il est nécessaire de maintenir une certaine dynamique. Celle-ci peut se traduire par l'organisation fréquente de rencontres entre les acteurs, par une communication régulière sur le projet, par la conduite d'actions collectives permettant de renforcer ou de créer, progressivement, le contexte relationnel et organisationnel favorable à la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle, tel que cela a été évoqué dans la sous-partie précédente. Or, l'ensemble de ces actions demande un investissement financier et humain important qui, en cas de manquement, risque d'entraver la dynamique du projet et de ralentir le processus de son institutionnalisation. Dans le cas du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube par exemple, une première étude préliminaire d'évaluation du potentiel de mise en œuvre de l'écologie industrielle sur le territoire a été menée sur une période de six mois (stage financé par le Conseil Général

⁶² C'est-à-dire si les acteurs publics et privés susceptibles d'être concernés par la mise en œuvre d'une synergie d'écologie industrielle n'entretiennent aucune relation les uns avec les autres, ne se font pas confiance, n'ont pas l'habitude d'échanger de l'information, ou tout simplement s'ils ne se connaissent pas.

⁶³ La Symbiose industrielle de Kalundborg a mis plus de 30 ans à atteindre ce niveau de complexité dans les échanges de flux de matières et d'énergie entre les acteurs [Duret, 2006]

de l'Aube), sans avoir une visibilité et une planification globale de l'ensemble du projet, si tant est que celle-ci soit possible au vu de la durée de ces processus. A l'issue de ce travail, et malgré des résultats très intéressants, le projet a été arrêté pendant plusieurs mois, dans l'attente de financements supplémentaires pour permettre de poursuivre le travail initié. Pendant cette période, la dynamique créée entre les acteurs du territoire mobilisés au cours de la première phase s'est essoufflée et lors de la reprise du projet, un important travail de remobilisation a été nécessaire. De plus, si le Conseil Général de l'Aube était clairement identifié comme étant le porteur du projet, et le CREIDD le coordinateur, ce dernier ne disposait pas de ressources humaines suffisantes pour se consacrer à l'animation, au quotidien, du réseau en constitution. Cette mission a donc été confiée aux différentes personnes recrutées pour mener les travaux successifs. Trois personnes différentes ont ainsi endossé le rôle d'animateur de la démarche, alors que de nombreuses recommandations disponibles aujourd'hui dans la littérature scientifique préconisent la nomination d'un animateur dédié au projet pour faciliter la mobilisation des acteurs. C'est pourquoi il nous semble essentiel d'envisager, dès cette seconde étape, l'ensemble des besoins en ressources humaines et financières pour la conduite du projet, de manière à établir un budget prévisionnel. Pour réaliser celui-ci, nous nous référerons à la caractérisation des acteurs effectuée en 1.1.2 de ce chapitre, de manière à identifier les potentiels partenariats financiers et techniques. En effet, la mise à disposition du projet, de ressources humaines par l'un des acteurs partenaires, peut éviter le recours à un bureau d'étude par exemple, pour la collecte des données sur le territoire ou encore pour l'analyse de la faisabilité des synergies identifiées.

Dans la suite de ce travail, nous ne pouvons proposer que des recommandations empiriques concernant ces différents éléments stratégiques, à partir, principalement, de l'expérimentation menée dans le département de l'Aube. Les données disponibles relatives aux autres projets analysés ne permettent en effet pas de déduire des enseignements sur ces aspects.

2.3.1. L'animation du projet

Selon nous, l'animation du projet, et plus spécifiquement du réseau en cours de constitution, relève des missions de l'équipe coordinatrice. Il est cependant conseillé d'identifier une personne physique, parmi les acteurs coordinateurs, qui endosse le rôle d'animateur pendant toute la durée du projet. L'animateur est en effet l'interlocuteur privilégié de l'ensemble des acteurs de l'équipe projet, mais également de l'ensemble des parties prenantes susceptibles de participer à la démarche. Il n'est donc pas recommandé d'en changer trop fréquemment, de manière à ce qu'une relation de

confiance s'instaure entre l'animateur et les différentes parties prenantes. Celui-ci peut être une personne déjà en poste dans l'un des organismes participant à l'équipe projet, et mise à disposition du projet, ou embauchée spécifiquement pour assurer cette mission par l'un des organismes. Il est également envisageable de créer une structure d'animation dédiée au réseau d'écologie industrielle, ce qui facilite son institutionnalisation. C'est l'option que nous privilégions, car les personnes mises à disposition du projet, mais appartenant à un organisme au sein duquel ils ont également une mission à mener, n'ont généralement pas suffisamment de temps à accorder à l'animation du projet, ce qui risque de pénaliser son avancement. Cependant, la création d'une structure d'animation dédiée, ainsi que l'embauche d'une personne représente un coût qu'il est nécessaire d'envisager le plus en amont possible.

2.3.2. La communication

La sensibilisation des acteurs du territoire passe notamment par la communication effectuée par l'équipe projet, avant son lancement et au fur et à mesure de son avancement. De plus, au-delà de la sensibilisation, il nous semble important de communiquer sur l'ensemble des actions menées et leurs résultats, qu'ils soient économiques ou environnementaux, de manière à les mettre en valeur. Cette communication permet également de valoriser les acteurs qui en sont à l'origine, notamment les entreprises impliquées dans une synergie d'écologie industrielle. Outre des retombées positives pour ces entreprises auprès de leurs parties prenantes, cette communication favorise également l'attractivité du territoire sur lequel le projet se déroule.

La communication peut prendre plusieurs formes. Une newsletter peut être éditée régulièrement, un site internet dédié peut également être réalisé. Comme précédemment, ces actions représentent un coût qu'il est nécessaire d'envisager le plus en amont possible.

2.3.3. L'organisation générale et la planification

Les éléments stratégiques relevant de l'organisation générale du projet concernent la sensibilisation des acteurs, la structuration d'un organe décisionnel et la planification des différentes phases du projet. Il s'agit, en quelque sorte, de répartir les différentes responsabilités inhérentes au bon déroulement de la démarche.

Tout d'abord, concernant la **sensibilisation des acteurs**, celle-ci doit porter sur la démarche de l'écologie industrielle et la présentation du projet d'une part, et sur les bénéfices des démarches collectives et collaboratives d'autre part. Elle vise à la fois les acteurs publics et privés et doit être réalisée par l'équipe projet. Plusieurs stratégies sont possibles :

- Organisation d'un séminaire de présentation auquel l'ensemble des parties prenantes susceptibles d'intégrer le projet sont conviées,
- Rencontre individuelle des acteurs,
- Envoi, par la poste, d'un dossier de présentation du projet à chaque acteur,
- Organisation de réunions de présentation en comité restreint, par type d'acteurs concernés : les acteurs publics, l'ensemble des entreprises, les entreprises appartenant à un secteur d'activité donné, ou encore à une zone d'activités, etc.

Selon nous, la stratégie de sensibilisation doit être choisie en fonction du contexte relationnel et culturel du territoire, voire du pays dans lequel le projet est mené, ainsi que de la sensibilité environnementale des acteurs visés. D'une manière générale, plus la proximité géographique entre les acteurs et leur sensibilité environnementale sont faibles, plus la sensibilisation de ces derniers devra être conséquente. Ne disposant pas de données suffisamment complètes concernant cet aspect pour chacun des cas étudiés au cours du troisième chapitre, nous sommes dans l'impossibilité de fournir des recommandations plus précises à ce stade de notre travail. En revanche, bénéficiant du retour d'expérience de la démarche menée dans l'Aube, ainsi que sur d'autres territoires français (en Ile de France, dans le Pays Centre-Ouest Bretagne et dans le dunkerquois) nous serons en mesure de proposer, dans le chapitre suivant, une stratégie de sensibilisation en adéquation avec le contexte culturel français.

Ensuite, l'équipe projet devra **structurer un organe décisionnel** qui sera en charge de l'ajustement de la stratégie de mise en œuvre de la démarche, au fur et à mesure de son avancement, et en cohérence avec les besoins et les préoccupations des différents acteurs du territoire intégrés au processus. Cet organe peut prendre la forme d'un comité de pilotage, comme c'est le cas dans l'Aube ou à Landskrona, ou encore d'une plate forme d'aide à la décision à l'image de celle qui a été créée à Rotterdam, aux Pays-Bas. Selon nous, il doit réunir, au minimum :

- Le porteur du projet,
- Un acteur public disposant d'un pouvoir légal et administratif, si ce n'est pas le cas du porteur,
- Des entreprises ou un organisme représentant, tel qu'une chambre de commerce et d'industrie ou une interprofession, selon les objectifs du projet,

- L'aménageur de zone d'activités, si le projet vise à créer un éco-parc,
- Des représentants de la société civile, si le contexte l'exige (une association de protection de l'environnement, par exemple, si le territoire présente une fragilité environnementale particulière).

Il conviendra à l'équipe projet de définir également la fréquence de rencontre de cet organe décisionnel. Celle-ci doit ne doit pas être trop faible, de manière à maintenir un rythme de décisions et d'actions favorable à la dynamique du projet. Nous recommandons trois à six rencontres par an. Un intervalle de deux mois entre deux réunions est, selon nous, le temps minimum nécessaire à l'avancement de travaux dont la poursuite nécessite éventuellement un arbitrage décisionnel. Par ailleurs, une réunion trop fréquente de ces acteurs risque de les « lasser » et de les démobiliser, surtout si l'équipe opérationnelle ne dispose pas de suffisamment de temps entre chaque entrevue pour présenter de nouveaux résultats.

Il nous semble également important de prévoir, dès cette seconde phase, **les différentes étapes constitutives de la démarche**. Tout d'abord, il convient de planifier, le cas échéant, les différentes phases de recherche de synergies d'écologie industrielle, à l'échelle des périmètres retenus lors de la définition des objectifs : par secteur géographique, par secteur industriel, concernant un nombre restreint d'entreprises judicieusement sélectionnées, etc. Pour chaque périmètre, la démarche est la suivante :

- Sensibilisation et information des entreprises sur le projet, la démarche d'écologie industrielle et le travail collectif,
- Collecte des données,
- Analyse des données et identification de synergies d'écologie industrielle,
- Analyse de la faisabilité technique, économique et réglementaire des synergies, ainsi que de leur impact environnemental,
- Mise en œuvre des synergies.

Il est possible d'effectuer ce travail sur plusieurs périmètres de manière successive, ou en parallèle. Quelle que soit l'option retenue, il est également nécessaire de s'accorder sur une organisation et une planification du temps de travail des acteurs opérationnels. Nous ne fournirons pas de recommandations normatives concernant une planification type d'une démarche de mise en œuvre de symbioses industrielles, car celle-ci dépend de la stratégie retenue par l'équipe projet, notamment concernant la recherche de synergies. Nous insistons cependant sur la nécessité de prévoir, dès cette étape, les besoins financiers et humains pour la réalisation des études de collecte de données, d'identification de synergie et d'analyse de leur faisabilité (recours à un bureau d'étude,

embauche, achat d'un logiciel spécifique, etc.). Enfin, l'analyse des cas étudiés dans le troisième chapitre de ce travail nous a permis de mettre en évidence la nécessité d'organiser des groupes de travail thématiques, réunissant des entreprises potentiellement concernées par la mise en œuvre de synergies, des acteurs que l'on peut qualifier de ressources techniques ainsi que des acteurs publics qui, grâce à leur pouvoir légal et administratif, sont en mesure d'élaborer des politiques publiques en facilitant la mise en œuvre ou en garantissant la rentabilité économique.

Enfin, s'il est possible de planifier le déroulement d'une ou plusieurs études d'identification de synergies d'écologie industrielle à l'échelle de périmètres restreints, ou encore la création d'un éco-parc, il semble plus difficile d'anticiper le temps nécessaire aux acteurs impliqués pour parvenir à l'institutionnalisation du réseau. C'est pourquoi, nous recommandons à l'équipe projet de **planifier, budgéter et rechercher les financements** nécessaires au déroulement de la démarche sur une durée correspondant aux mandats électoraux des différents acteurs publics impliqués, en particulier du porteur du projet, s'il est concerné. En effet, une modification dans les politiques d'aménagement du territoire et de développement économique peut perturber le bon déroulement du projet, en ce sens que celui-ci risque de ne plus être en cohérence avec la stratégie globale du territoire. Un renouvellement des mandats électoraux peut également s'accompagner d'une perte de soutien politique et/ou financier, ce qui risque de perturber la démarche, voire de la stopper avant que les objectifs ne soient atteints. La planification des actions en fonction des élections des principaux acteurs publics impliqués dans la démarche, est donc recommandée et doit correspondre au temps nécessaire à l'atteinte des objectifs fixés par l'équipe projet. Comme nous l'avons vu précédemment, la pérennisation d'une démarche d'écologie industrielle sur un territoire est un processus progressif, à plusieurs paliers. Il est donc nécessaire de s'assurer que le renouvellement des mandats électoraux surviendra lors de l'atteinte d'un palier, et non en cours de processus, au risque d'interrompre la dynamique de projet et de démobiliser les acteurs.

2.3.4. La recherche de financements

Après avoir estimé le budget prévisionnel du projet, à partir des différents éléments stratégiques abordés précédemment, les partenariats financiers identifiés lors de la classification de parties prenantes doivent être activés dès cette étape. L'analyse des cas étudiés dans le troisième chapitre de ce travail nous a permis de mettre en évidence la nécessité de disposer d'un financement mixte, c'est-à-dire dont les sources

sont à la fois publiques et privées. Le recours à un financement unique présente un danger si celui-ci est interrompu, notamment s'il s'agit d'un financeur public. En Caroline du Nord par exemple, le projet était essentiellement financé par l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA), mais en raison d'une restructuration engagée suite à l'arrivée du nouveau Président des Etats-Unis G-W Bush, il a été stoppé. De même, si le financement est ponctuel, en ce sens qu'il résulte d'un programme national ou européen, tel que celui provenant du programme de rénovation des ports européens dans le cadre du projet mené sur le port de Rotterdam, aux Pays-Bas, il est nécessaire de trouver des sources de financement complémentaires de manière à en assurer la pérennité. Cette recommandation est également valable dans le cas de financements issus de programmes de recherche, tel que celui qui est accordé au Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube par l'Agence Nationale de Recherche via le projet COMETHE. Enfin, il est conseillé d'envisager également le financement du projet par des acteurs privés, tels que les entreprises susceptibles d'être concernées par la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle, ou encore par des organismes interprofessionnels. En effet, la demande d'une contribution « significative » aux entreprises est un signe de leur volonté effective d'engagement dans le projet. Inversement, elle témoigne également de la qualité du service attendu par ces dernières et apporté par les promoteurs du projet. Il revient alors à l'équipe projet d'évaluer, au plus juste, la valeur de cette contribution, de manière à ce qu'elle rende compte, le plus fidèlement possible, de la valeur ajoutée du service apporté, sans être réductrice.

3. Les autres étapes du processus d'aide à la décision

Cette partie vise à présenter, de manière plus succincte, les deux dernières étapes du processus d'aide à la décision permettant à un acteur de mener une démarche d'écologie industrielle sur un territoire. Ces étapes correspondent aux blocs 3 et 4 du diagramme de la Figure 7.

Concernant l'évaluation de la démarche mise en œuvre, une attention particulière sera accordée, dans cette sous-partie, à l'évaluation de la pérennité de la démarche initiée, et donc à son degré de maturité. Nous chercherons notamment à identifier des critères à partir desquels il sera possible de qualifier, dans le cadre de travaux futurs, le niveau d'institutionnalisation d'un réseau, à la lumière de l'apport conceptuel de l'Economie des Conventions.

3.1. Etape 3 : Déroulement du projet

Après avoir correctement défini la stratégie de mise en œuvre de la démarche d'écologie industrielle sur le territoire, et disposant du financement nécessaire, cette étape consiste à dérouler le projet, comme son nom l'indique. Dans le cadre de ces travaux, nous nous sommes principalement focalisés sur les étapes précédentes, l'originalité de notre apport se trouvant dans la définition d'une stratégie en cohérence avec un certain nombre d'éléments contextuels. C'est pourquoi, en réponse aux questions posées à l'issue du bilan relatif aux outils et méthodes actuellement disponibles dans la littérature scientifique (cf. Tableau 4 du chapitre 3), des recommandations d'ordre méthodologique concernant approximativement les phases 2, 3 et 4, ne seront pas élaborées dans le cadre de ce travail. Par ailleurs, comme nous l'avons souligné dans le point 1.3 du chapitre 3, l'objet du projet COMETHE, auquel nous participons, est justement de fournir un certain nombre de recommandations qui seront intégrées ultérieurement à cet outil. Celles-ci concerneront la collecte des données et l'identification de synergies, grâce aux outils existants. De nouveaux outils permettant d'analyser la faisabilité technico-économique et réglementaire des synergies, d'évaluer leur bénéfice environnemental, et d'analyser les risques inhérents à leur mise en œuvre pour les entreprises et les territoires seront également proposés. Du point de vue de l'arborescence générale de l'outil d'aide à la décision en construction, cette étape correspond au bloc 3 de la Figure 7. Elle présente un caractère itératif en ce sens qu'elle sera répétée autant de fois que le projet prévoit des périmètres différents, à l'échelle desquels la recherche de synergies d'écologie industrielle sera réalisée.

3.2. Etape 4 : Evaluation du projet

Du point de vue de l'arborescence générale de l'outil d'aide à la décision en construction, cette étape correspond au bloc 4 de la Figure 7. Selon nous, l'évaluation du projet doit concerner la mesure des trois éléments suivants :

- L'atteinte des objectifs fixés par l'équipe projet,
- La pérennité de la démarche initiée,
- Les performances du projet en matière de développement durable.

Le premier niveau d'évaluation concerne l'atteinte des objectifs fixés par l'équipe projet, lors de l'élaboration de la stratégie de mise en œuvre, concernant l'identification de

synergies d'écologie industrielle pouvant être menée à l'échelle de périmètres différents. L'évaluation consistera, de ce point de vue, à valider, ou non, l'atteinte des objectifs fixés préalablement à court et à long terme. Ces derniers peuvent être de nature différente : nombre de synergies mises en œuvre, pourcentage de déchets réutilisés sur un périmètre donné par rapport au volume total de déchets générés, taux de mutualisation des infrastructures, etc. En cas de non validation, il conviendra à l'équipe projet de modifier la stratégie de mise en œuvre employée. Selon les causes identifiées, ou pressenties, les modifications apportées peuvent être une restructuration de l'équipe projet en impliquant de nouveaux acteurs, une redéfinition ou l'ajout d'un périmètre d'étude, une sensibilisation plus efficace des acteurs, ou encore la recherche de financements complémentaires.

Le troisième niveau d'évaluation est beaucoup plus global que les deux précédents et vise principalement à mesurer les performances de la démarche mise en œuvre au regard des enjeux du territoire en matière de développement durable. Proposer des indicateurs permettant de mener une telle analyse nécessite une réflexion qui dépasse le périmètre de ce travail.

Tout d'abord, elle interroge la contribution effective de l'écologie industrielle aux enjeux du développement durable. Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre de ce travail, l'écologie industrielle, et plus précisément le déploiement de symbioses industrielles, constituent « *l'une des voies de mise en œuvre de la durabilité* », telle que Dominique Bourg la définit dans l'Universalis Encyclopédia [Bourg, 2006], mais ne saurait en aucun cas répondre à elle seule à l'intégralité des enjeux du développement durable. Il serait donc pertinent, dans un premier temps, d'identifier précisément les enjeux auxquels répond une démarche d'écologie industrielle, et plus précisément le déploiement de synergies d'échange ou de mutualisation de flux, d'un point de vue global, puis à l'échelle d'un territoire. Ensuite, il est important de souligner qu'il n'existe pas d'outil spécifique, à notre connaissance, permettant de mesurer les performances d'une symbiose industrielle en matière de développement durable dans l'absolu, encore moins en référence à des enjeux déclinés à l'échelle d'un territoire.

Cet aspect sera abordé au travers des travaux menés dans le cadre du projet COMETHE. Par ailleurs, nous pensons que la proposition d'une grille d'évaluation des performances d'une démarche d'écologie industrielle en matière de développement durable fait l'objet d'un travail de thèse en soit. A titre d'exemple, dans le cadre de ces

travaux de thèse, Anne-Lise Fèvre⁶⁴ a développé une méthode d'évaluation de la durabilité des projets de valorisation alimentaire des produits issus de l'industrie agro-industrielle. Celle-ci propose 37 indicateurs, qu'il est par ailleurs possible d'agrèger, adaptés à l'évaluation des projets de ce secteur industriel particulier. Un travail similaire pourrait être envisagé pour l'évaluation de la durabilité de symbioses industrielles.

Le second niveau d'évaluation sera davantage détaillé dans le cadre de ce travail. Sans aller jusqu'à la proposition d'une grille d'analyse, nous ébaucherons des pistes de réflexion constituant les bases d'un travail futur, en se référant, notamment, au corpus théorique de l'Economie des Conventions. Comme nous l'avons vu précédemment, nous considérons qu'une démarche est pérenne lorsque celle-ci ne fait plus l'objet d'un projet à durée déterminée et que les principes de l'écologie industrielle sont véritablement intégrés dans les politiques de développement économique et d'aménagement du territoire. Les deux éléments caractérisant une démarche pérenne sont :

- La stabilisation, dans la durée, des sources de financement,
- L'institutionnalisation du réseau d'acteurs impliqués.

Après avoir abordé ces caractéristiques, nous nous intéresserons à la mesure du degré d'institutionnalisation, et donc de maturité, des réseaux d'écologie industrielle, par la mise en évidence de critères qui seront enfin détaillés.

3.2.1. Les caractéristiques d'une démarche d'écologie industrielle

Concernant **le financement**, celui-ci pourra être considéré comme stable, ou pérenne, s'il est assuré dans la continuité. Cela signifie qu'il ne fait pas uniquement l'objet de subventions ponctuelles, versées par des organismes dans le cadre de programmes spécifiques dans lesquels la démarche d'écologie industrielle peut s'inscrire. Par exemple, le versement de cotisations par les membres du réseau ou de l'association en charge de l'animation de la démarche, garantit une forme de continuité dans son financement, à condition bien sûr que le réseau, ou l'association, puisse compter sur un nombre stabilisé ou croissant de membres. Par ailleurs, les subventions ponctuelles ne sont pas à exclure, car les cotisations seules risquent de ne pas suffire au financement de la démarche.

⁶⁴ A. L. Fèvre. Les agro-ressources face aux enjeux du développement durable : quelle est la voix à suivre ? Thèse en cours dont la soutenance est prévue en janvier 2009 à l'Université de Technologie de Troyes, co-encadrée par Dominique Bourg et Nicolas Buclet.

Concernant **l'institutionnalisation du réseau**, celle-ci sera évaluée grâce à l'analyse des modes de coordination entre les acteurs impliqués dans la démarche d'écologie industrielle. Si celle-ci témoigne de l'existence d'une proximité organisationnelle, nous pourrions en conclure que le projet est bel et bien initié, qu'une dynamique se met en œuvre, que des acteurs se mobilisent, mais dans le cadre d'un projet à durée déterminée uniquement. La démarche d'écologie industrielle présente un risque important de s'interrompre lorsque le projet arrivera à son échéance. Il est alors nécessaire, dans ce cas, de modifier si besoin la stratégie de mise en œuvre déployée, ou de laisser faire le temps, le processus d'institutionnalisation d'un réseau étant à considérer sur le long terme. Il se peut en effet que les acteurs aient besoin, par exemple, de mieux cerner les enjeux, de ressentir les bénéfices des premières synergies mises en œuvre, de connaître l'ensemble des membres du réseau de manière à développer un climat de confiance et d'apprendre à travailler ensemble, de partager un langage commun, etc. Si au contraire l'analyse des modes de coordination entre les acteurs impliqués témoigne de l'existence d'une proximité institutionnelle, nous pourrions en conclure que la démarche est pérenne.

Sauf erreur de notre part, il semblerait que, malgré le nombre important de publications relatives à la théorie de la proximité, il n'existe pas, actuellement, de grille d'analyse des modes de coordination des acteurs d'un territoire permettant de définir, de manière générique et à partir de critères qualitatifs ou quantitatifs, la nature de la (ou des) proximité(s) des acteurs. Le cadre conceptuel de l'Economie de la Proximité a été utilisé, de manière concrète, pour l'analyse des difficultés rencontrées en 2006 par le groupe EADS, résultant d'un problème de gouvernance, lui-même causé par une trop grande distance d'ordre géographique et relationnel entre les acteurs impliqués dans le groupe [Talbot, 2007]. De cette analyse, nous ne pouvons cependant pas déduire des critères nous permettant d'analyser la nature de la proximité entre les acteurs impliqués dans une démarche d'écologie industrielle, et ce pour deux raisons. La première réside dans la différence du territoire considéré. La seconde repose sur le fait que les critères permettant de caractériser une proximité organisationnelle ou institutionnelle sont intimement liés à la nature du problème productif à résoudre, ou du projet collectif à réaliser, pour lequel la proximité institutionnelle entre les acteurs est requise ou « révélée ». Dans le cadre de travaux futurs, nous nous efforcerons d'élaborer une grille d'analyse permettant de qualifier, à partir d'entretiens individuels semi-directifs, la nature de la proximité des acteurs impliqués dans une démarche d'écologie industrielle, de manière à en déduire le degré de maturité, à partir de critères déterminants que nous allons aborder ci-après.

3.2.2. Comment mesurer l'institutionnalisation d'un réseau ?

Au vu du déploiement massif des nouvelles TIC⁶⁵, l'appartenance des acteurs au même espace géographique (au sens de la distance physique) ne constitue pas, dans l'absolu, un préalable nécessaire à la construction d'une proximité institutionnelle et organisationnelle, révélée par l'activation de ressources de manière à résoudre un problème productif ou réaliser un projet collectif. Cependant, dans le cadre des démarches d'écologie industrielle, les acteurs impliqués et susceptibles de construire une proximité organisée⁶⁶ sont nécessairement implantés, physiquement, sur un même espace géographique. C'est pourquoi, au cours du processus de pérennisation de la démarche d'écologie industrielle, la proximité géographique des acteurs constitue un préalable nécessaire à la construction de proximités organisées. Proximités organisationnelle et institutionnelle ne sont pas exclusives mais se complètent. Nous soutenons en effet l'idée selon laquelle, face à la nécessité de mener collectivement une démarche d'écologie industrielle, de manière à réduire l'impact des activités économiques du territoire sur l'environnement, les acteurs initialement proches géographiquement (au sens métrique et social) vont, à travers l'activation de ressources, construire une proximité organisationnelle, puis institutionnelle. Pour mieux comprendre ce processus et identifier des critères déterminants nous permettant, dans le cadre de travaux futurs, de définir une grille d'analyse des modes de coordination des acteurs, nous nous référerons à l'**Economie des Conventions**⁶⁷ dont nous allons tout d'abord rapidement expliciter le principe.

Ce courant a pour visée de tenir compte des apports de la philosophie, de l'économie et de la sociologie, en matière de coordination entre acteurs constitutifs d'un ensemble politique, social ou territorial. La question centrale devient celle de la constitution de mécanismes de coordination, formels ou informels, et de la capacité de ces mécanismes à devenir autonomes par rapport aux acteurs qui en sont à l'origine. Ces mécanismes sont des conventions, principes et repères bien intégrés par les acteurs, en ce sens qu'ils constituent un cadre considéré comme « naturel » au sein duquel l'action peut se dérouler de manière efficace. Ainsi, selon l'économie des conventions, on considère que chaque acteur se réfère à un système de légitimité qui lui est propre, constituant un guide de conduite de l'action collective, selon une certaine représentation du monde. Boltanski et Thévenot [**Boltanski, 1987**] ont par ailleurs

⁶⁵ Technologies de l'Information et de la Communication.

⁶⁶ Au sens de B. Pecqueur : terme générique pour désigner les proximités organisationnelle et institutionnelle.

⁶⁷ Pour plus d'information sur cette théorie, se référer à l'ouvrage d'A. Orléan (1994) et au numéro spécial de la Revue économique paru en 1990 (Mars, volume 41) et portant exclusivement sur l'Economie des Conventions.

défini six « cités » auxquelles les acteurs s'identifient, de manière à construire leur système de légitimité : marchande, industrielle, civique, de renom, inspirée et domestique⁶⁸.

De ce point de vue, la construction d'une proximité organisationnelle entre les acteurs d'une démarche d'écologie industrielle consiste à créer des passerelles entre les différents systèmes de légitimité auxquels appartiennent les acteurs, de manière à leur permettre de communiquer et d'échanger des flux matériels (mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle) et immatériels (constitution d'un réseau d'échange d'informations). Ce processus passe par la compréhension des différents systèmes de légitimité⁶⁹ des uns et des autres, ainsi que des valeurs qu'ils véhiculent. En d'autres termes, il s'agit de la compréhension et du respect des contraintes, enjeux et préoccupations, parfois divergents, des différents acteurs impliqués dans la démarche. Ensuite, la construction de la proximité institutionnelle peut être assimilée, par les acteurs appartenant à des systèmes de légitimité différents, à la création d'un « *nouveau régime conventionnel* » **[Buclet, à paraître]**. Celui-ci constitue alors un système de valeurs partagé qui sert de guide aux acteurs. Il s'appuie sur un système de pratiques et de croyances considérées comme étant évidentes par les individus qui s'y réfèrent. Ces derniers ne s'interrogent plus sur les raisons d'être des principes ou repères conventionnels qui caractérisent le régime. L'ensemble des individus s'y conforment et leurs actions sont interprétées par les autres personnes et organisations selon ces principes. Par la construction de compromis, ou grâce à des processus d'hybridation et de négociation, selon J.-P. Gilly, I. Leroux et F. Wallet **[Gilly, 2004a]**, les acteurs vont ainsi élaborer de nouveaux repères cognitifs collectifs. Forts de ce constat, intéressons-nous maintenant au processus d'activation de ressources permettant la transition d'une proximité organisationnelle à une proximité institutionnelle, révélant ainsi la construction du nouveau régime conventionnel. Ce processus est avant tout conditionné, selon nous, par la confiance régnant entre les acteurs, et la confiance des acteurs dans un système de valeurs partagées s'il existe. La confiance se développe notamment grâce à une gouvernance mixte et paritaire entre les acteurs. On observe par ailleurs une densification des relations entre les acteurs, au fur et à mesure de la construction d'une proximité institutionnelle.

⁶⁸ Pour plus de précisions sur les représentations véhiculées par ces cités, se référer à l'ouvrage de Boltanski et Thévenot (1987) et à l'article de O. Godard (1990) qui s'est principalement intéressé à la prise en compte de la nature dans les différentes cités.

⁶⁹ Attention, le terme de légitimité, dans le cadre de l'économie des conventions, n'a pas le même sens que la définition donnée précédemment lors de la caractérisation des acteurs porteurs et coordinateurs potentiels. Ici, on entend par système de légitimité une certaine représentation du monde par un groupe d'acteur appartenant à ce système.

3.2.3. Les critères de pérennité d'une démarche d'écologie industrielle

Selon nous, les quatre éléments permettant de caractériser le degré de maturité d'une démarche d'écologie industrielle sont la confiance, l'existence d'un nouveau régime conventionnel dans lequel se reconnaissent les acteurs, la gouvernance et la densité des relations. Ces éléments devront être analysés grâce à la conduite d'entretiens semi-directifs, et selon des critères restant à définir dans le cadre de travaux futurs, de manière à identifier la nature de la proximité des acteurs impliqués dans une démarche d'écologie industrielle, témoignant ainsi de son degré de maturité, ou encore de pérennisation.

Nouveau régime conventionnel :

L'existence d'un nouveau régime conventionnel témoigne de l'institutionnalisation du réseau d'acteurs. Il ne s'agit, en aucun cas, d'une nouvelle « cité », selon l'Economie des Conventions, mais d'un compromis entre les différents systèmes de légitimité (construits à partir de leur rattachement à différentes cités) auxquels se rattachent les acteurs impliqués. Dans le cas spécifique de la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle, les fondements de ce régime conventionnel reposent sur l'intégration des principes de l'écologie industrielle au sein des politiques d'aménagement du territoire, et dans tous les projets de développement, qu'ils soient industriels, ou plus généralement économiques. A travers le déploiement d'une symbiose industrielle, il vise la promotion d'un développement caractérisé par une plus grande durabilité environnementale. Sans prétendre l'exhaustivité, les différents repères constitutifs de ce nouveau régime conventionnel, construit collectivement par les acteurs et partagé, seraient :

- La proximité géographique, organisationnelle et institutionnelle des acteurs,
- Le bouclage des flux,
- La confiance réciproque existant entre les acteurs,
- Les investissements à long terme.

Cependant, plusieurs degrés de maturité du système peuvent être distingués en fonction de la quantité d'acteurs partageant ce nouveau régime conventionnel. Comme le montrent notamment R. Boyer et A. Orléan, l'émergence d'un nouveau régime conventionnel a d'autant plus de chances d'émerger qu'elle est portée au sein de groupes d'acteurs de taille réduite, de communautés capables d'élaborer ensemble de nouveaux repères cognitifs partagés [Boyer, 1994]. Aussi, il peut être pertinent de considérer que le régime puisse être initialement construit par un nombre limité

d'acteurs, puis que ses valeurs soient progressivement adoptées par l'ensemble des parties prenantes du réseau d'écologie industrielle, dans une logique de modification progressive des repères cognitifs collectifs et des règles partagées.

Densification des relations :

Au fur et à mesure de l'avancement du projet, les relations entre les acteurs évoluent dans leur nature et dans leur densité. Elles vont nécessairement se densifier en devenant plus fréquentes et plus nombreuses. Nous pensons que dans les premières phases du projet, les relations seront principalement de nature verticale, sauf peut-être au sein de l'équipe projet. Selon nous, au cours du processus d'institutionnalisation du réseau, les relations verticales devraient progressivement laisser la place à des relations horizontales.

Gouvernance :

Comme nous l'avons vu précédemment, lors de l'initialisation d'une démarche d'écologie industrielle, la gouvernance peut être publique, privée ou privée collective si la stratégie déployée est de type verticale, ou mixte si elle est horizontale (cf. 2.3.1, chapitre 3).

L'institutionnalisation passe nécessairement par l'évolution vers une gouvernance mixte ou son renforcement (élargissement à plus d'acteurs), que l'on peut qualifier de paritaire (le point de vue de chaque typologie d'acteur est considéré de manière équitable), de manière à ce que l'ensemble des acteurs s'approprient les repères conventionnels qui la sous-tendent et s'orientent vers un partage de valeurs communes. Si la gouvernance n'est pas paritaire, les intérêts d'une catégorie d'acteurs risquent de ne pas être correctement pris en compte dans l'élaboration du compromis dont résulte le nouveau référentiel, et ainsi altérer la confiance de cette catégorie d'acteurs dans le système.

Confiance :

Une attention particulière devra être portée à la notion de confiance qui, comme nous l'avons vu à plusieurs reprises dans le cadre de ces travaux, se trouve au cœur des démarches d'écologie industrielle, en ce sens qu'elle en conditionne fondamentalement le succès. La confiance est le moteur du processus d'institutionnalisation du réseau d'acteurs impliqués dans la démarche. Nous aborderons ici cette notion au regard de la réflexion menée par Todd R. La Porte concernant l'importance de la confiance dans l'organisation des activités à hauts risques [La Porte, 2001]. Celui-ci parle de confiance institutionnelle en ce sens qu'elle porte sur la confiance des acteurs dans les

institutions qui gèrent le système, en garantissant ainsi la fiabilité essentiellement organisationnelle. Il fait également référence au caractère fondamental de la psychologie de la confiance, selon Paul Slovic, à savoir sa fragilité [Slovic, 1993, cité in La Porte, 2001, p.83].

« La confiance est fragile. Elle s'élabore très progressivement mais peut s'effondrer en un instant sur le coup d'une simple mésaventure ou d'une erreur. C'est pourquoi la reconstruction de la confiance perdue peut prendre beaucoup de temps. Quelques exemples nous montrent qu'elle semble parfois perdue à jamais ... Le fait qu'elle soit plus facile à perdre qu'à construire renvoie à des mécanismes profonds de la psychologie humaine que je dénommerai sous le terme de « principe d'asymétrie ». Dans l'arène où se gagne la confiance, le jeu est d'avance difficile car le terrain n'est pas plane et penche vers la méfiance ».

La confiance institutionnelle, selon Todd R. La Porte, se définit à partir des cinq propriétés suivantes. Nous tenterons de décliner chacune d'entre elles dans les termes du contexte spécifique d'une démarche d'écologie industrielle.

- *« Les parties en présence se respectent et s'estiment réciproquement, elles se connaissent et considèrent avoir atteint un niveau avancé de compréhension mutuelle et d'intégrité ».* Cette propriété fait référence à la confiance que se portent les acteurs entre eux (à différencier avec la confiance qu'accordent les acteurs au nouveau régime conventionnel). Celle-ci permet la communication et l'échange d'information et peut suffire à la construction de proximités organisationnelles, c'est-à-dire, à l'élaboration de passerelles entre les différents systèmes de légitimité des acteurs. Sur des territoires de très petite taille, elle peut suffire, dans l'absolu, à la création d'une proximité institutionnelle. En revanche, au sein de territoires plus grand, elle ne suffit pas. Au sein d'une démarche d'écologie industrielle, l'ensemble des acteurs ne se connaît pas forcément personnellement, ce qui rend difficile le développement de relations de confiance entre eux. Celle-ci s'établira davantage au travers de la construction du régime conventionnel.
- *« Les parties disposent de compétences nécessaires pour comprendre les problèmes que rencontrent les uns les autres, ainsi que la teneur des solutions proposées ».* Cette caractéristique fait référence aux proximités organisationnelles et au renforcement de la confiance, permettant de construire progressivement un référentiel partagé. Celui-ci passe nécessairement par la compréhension des enjeux et des préoccupations de chacun, de manière à élaborer des compromis dans la conduite d'actions visant la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle.

- « *Les parties contribuent de manière égale à la définition des termes de leur relation* ». Cette caractéristique fait référence à la notion de gouvernance mixte paritaire abordée précédemment, nécessaire à la construction d'une proximité institutionnelle. En effet, au fur et à mesure que les relations se densifient et que le réseau s'élargit, la confiance grandit. Cela permet, progressivement, et grâce à l'émergence d'une gouvernance mixte et paritaire, de partager davantage de valeurs, de comprendre les caractéristiques des différents systèmes de légitimité auxquels se réfèrent les uns et les autres, de concevoir des compromis et enfin de poser les bases d'un nouveau régime conventionnel. Ce processus d'activation des ressources est nourri par la confiance, qui elle-même grandit au fur et à mesure de l'institutionnalisation. C'est un processus qui s'autoalimente.
- « *Les relations entre les parties puisent dans une histoire positive commune, faite entre autres d'accords respectés en dépit des pressions ; les parties prennent au sérieux les conséquences que peuvent avoir leurs initiatives sur la durabilité de leurs relations* ». Cette caractéristique fait référence à la confiance communautaire, c'est-à-dire la confiance accordée au régime conventionnel en construction. Les parties sont conscientes de la nécessité d'agir selon le nouveau référentiel de valeur, et par cette confiance, savent que l'ensemble des parties considère que chacun agira selon ce référentiel. En cas de manquement, la confiance peut être perdue.
- « *Les parties sont capables de définir rapidement et sans ambiguïté l'ensemble des conséquences que leurs relations peuvent avoir pour les unes et pour les autres* ». Même remarque que précédemment.

Outre l'institutionnalisation du réseau d'écologie industrielle, la confiance dans le régime conventionnel souhaité par les acteurs permet véritablement de pérenniser ce réseau. Par exemple, si chacun fait confiance au système, le départ d'une personne au rôle clé dans le processus ne devrait pas en perturber le déroulement. En effet, son successeur est susceptible de faire confiance, lui-aussi, au système de valeur partagé, et l'ensemble des autres acteurs a confiance dans sa capacité à se référer à ce système pour agir.

La définition des critères selon lesquels analyser ces différents éléments ne fait pas l'objet de ces travaux mais sera abordée dans le cadre de recherches futures. Il nous semble en effet pertinent, pour ce travail, d'observer et d'analyser plus en profondeur

l'évolution des relations, de la confiance et des modes de coordination entre acteurs impliqués dans une démarche d'écologie industrielle. Une attention particulière devra également être portée à l'analyse des différents systèmes de légitimité des acteurs impliqués, de manière à mieux comprendre le processus de création de passerelles entre ces systèmes par l'élaboration de compromis. Il pourrait être intéressant, pour chaque catégorie d'acteur, d'identifier, grâce à la conduite d'entretiens individuels, à quelle(s) cité(s) ils se réfèrent pour parvenir à une caractérisation de leurs systèmes de légitimité. Ce travail pourra être mené sur des territoires d'expérimentation à des stades différents de maturation, dans le cadre du projet COMETHE par exemple.

4. Synthèse du chapitre 4

L'objectif de ce quatrième chapitre était de présenter une méthode globale de mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle à l'échelle d'un territoire, à partir d'une stratégie définie en fonction du contexte de ce territoire. Cette méthodologie, appelée également processus d'aide à la décision, peut être appliquée dans n'importe quel pays, à condition de mener un travail similaire à celui qui est proposé dans le cinquième chapitre de ce mémoire et consistant à analyser les spécificités structurelles et politiques du contexte français, permettant ensuite d'adapter le processus. Par ailleurs, nous prévoyons, dans le cadre de travaux futurs, de développer un outil informatique fondé sur cette méthodologie en proposant, pour chacune des étapes identifiées, des outils spécifiques tels que des grilles d'analyse ou des questionnaires, qu'il sera nécessaire de créer à partir des réflexions théoriques présentées dans ce chapitre et dans le chapitre suivant. Ces outils devront être opérationnels, simples et accessibles à n'importe quel acteur du territoire, qu'il soit issu d'un organisme privé ou public, souhaitant initier une démarche d'écologie industrielle sur son territoire.

Rappelons que la méthodologie globale que nous proposons et que nous avons appelée STRATIS (STRATegy for Industrial Symbiosis) comprend les quatre étapes successives suivantes :

- Etape 1 : Réalisation d'un diagnostic territorial,
- Etape 2 : Définition de la stratégie de mise en œuvre,
- Etape 3 : Déroulement du projet,
- Etape 4 : Evaluation du projet.

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes principalement focalisés sur les deux premières étapes, en réponse aux lacunes méthodologiques identifiées dans le chapitre 3 de la partie précédente, et inhérentes à l'absence de recommandation concernant la stratégie de mise en œuvre.

La première étape vise ainsi à réaliser un diagnostic territorial, de manière à disposer d'éléments permettant de définir, dans le cadre de la seconde étape, une stratégie de mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle en cohérence avec le contexte du territoire. Le diagnostic territorial débute par une identification, à l'aide de critères proposés, des acteurs susceptibles de constituer des parties prenantes de la démarche. Nous proposons ensuite une grille d'analyse permettant une classification de ces acteurs en fonction du rôle qu'ils sont susceptibles d'endosser au sein de l'équipe projet (porteur, coordinateur, opérationnel, financeur), à partir de leur mission ou de leurs compétences. Par ailleurs, conscients que le succès des démarches d'écologie industrielle repose principalement sur des facteurs organisationnels et relationnels, nous avons ensuite proposé une grille de caractérisation des acteurs permettant d'identifier ceux qui disposent des qualités requises pour endosser les rôles de porteur et de coordinateur. S'inspirant du corpus de la théorie des *stakeholders*, les attributs caractérisant les acteurs, à savoir leur pouvoir, leur légitimité et leur intérêt, seront analysés de manière à définir des catégories (huit au total). Le diagnostic territorial se poursuit ensuite avec une analyse du contexte politique, économique, social, organisationnel et environnemental du territoire, à deux échelles distinctes : à l'échelle du territoire pressenti pour la mise en œuvre de la démarche, et à une échelle plus large. L'objectif est d'identifier les spécificités susceptibles de constituer des freins ou des leviers lors du déploiement du projet.

La seconde étape vise à définir une stratégie de mise en œuvre en cohérence avec les éléments étudiés précédemment, constituant le diagnostic territorial. Après avoir créé une équipe projet, celle-ci est ensuite en charge de la définition de l'objectif du projet, de l'échelle à laquelle mener la démarche, de la définition d'une stratégie d'animation, de communication, de l'organisation générale et de la planification du projet, de manière à élaborer un budget prévisionnel, avant d'entamer la recherche de financements. Dans le cadre de recherches futures, nous prévoyons d'opérationnaliser l'ensemble de ces éléments méthodologiques proposés, de manière à créer des outils accessibles au plus grand nombre, qui seront intégrés dans l'outil informatique en construction. Ces outils seront par ailleurs adaptés aux spécificités structurelles et politiques du contexte français, tel que nous allons le voir dans le chapitre suivant.

La troisième étape n'a pas été développée en raison de l'existence de nombreuses recommandations et outils actuellement disponibles dans la littérature scientifique. Ces

éléments figurent dans le troisième chapitre de ce travail auquel nous invitons le lecteur à se référer. Par ailleurs, le projet COMETHE, dans lequel nous sommes impliqués, vise notamment à développer de nombreux outils qui seront ultérieurement intégrés à l'outil informatique développé à partir de ce travail.

Enfin, à propos de la quatrième étape visant à évaluer le projet, nous avons principalement proposé des pistes de recherches futures permettant d'identifier des critères d'évaluation de la pérennité des démarches et de leur performance en matière de développement durable.

Dans le chapitre suivant, nous aborderons les éléments contextuels spécifiques à l'organisation politique, industrielle et économique de la France, de manière à formuler des recommandations permettant d'adapter STRATIS au contexte français.

Chapitre 5 : Les spécificités du territoire français

| | |
|--|------------|
| 1. L'écologie industrielle à travers l'histoire de l'industrialisation | 278 |
| 1.1. Production en série versus production artisanale | 280 |
| 1.1.1. La production en série | 280 |
| 1.1.2. La production artisanale | 281 |
| 1.2. Ce qui s'est passé en France | 285 |
| 1.2.1. L'industrie française au 19 ^{ème} siècle | 285 |
| 1.2.2. L'industrie française de la fin du 19 ^{ème} siècle à la Grande Dépression de 1929 | 286 |
| 1.2.3. L'industrie française de la Seconde Guerre Mondiale aux années 1960 | 289 |
| 1.2.4. La crise de l'économie de la production en série de 1960 à 1980 | 292 |
| 1.2.5. L'industrie française depuis 1980 | 295 |
| 1.2.6. L'écologie industrielle : une alternative à la 3 ^{ème} révolution industrielle ? | 298 |
| 2. L'écologie industrielle du point de vue des entreprises | 300 |
| 2.1. Une sensibilité environnementale peu développée | 301 |
| 2.2. L'écologie industrielle : une préoccupation réservée aux grandes entreprises | 301 |
| 2.3. Des relations interentreprises dans un climat de méfiance | 302 |
| 2.4. Quelques exceptions qui confirment la règle ... | 303 |
| 2.5. Recommandations concernant la sensibilisation des acteurs | 305 |
| 3. Une politique d'aménagement du territoire favorable à l'émergence de l'écologie industrielle | 309 |
| 3.1. La naissance de l'aménagement du territoire en France et son évolution | 309 |
| 3.1.1. L'aménagement du territoire depuis sa création aux années 1970 | 310 |
| 3.1.2. D'une politique d'aménagement nationale à une planification régionale | 313 |
| 3.1.3. Vers une organisation décentralisée et horizontale de l'aménagement des territoires | 317 |
| 3.2. De nouveaux instruments législatifs | 318 |
| 3.3. La politique d'aménagement du territoire aujourd'hui | 323 |
| 3.3.1. Les contrats de plan Etat-Région | 324 |
| 3.3.2. La politique d'appui aux systèmes productifs locaux (SPL) | 325 |
| 3.3.3. Les documents d'urbanisme | 326 |
| 4. Les acteurs publics et leurs compétences | 332 |
| 4.1. Les collectivités territoriales et les structures de coopération intercommunale | 332 |
| 4.1.1. Les régions | 333 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.2. Les départements | 333 |
| 4.1.3. Les communes | 335 |
| 4.1.4. Les structures de coopération intercommunale | 336 |
| 4.2. Les autres parties prenantes du territoire | 338 |
| 4.2.1. Les chambres consulaires | 339 |
| 4.2.2. Les agences d'Etat et services déconcentrés | 341 |
| 4.2.3. Les agences de développement économique | 345 |
| 5. Synthèse du chapitre 5 | 346 |

Au cours du chapitre précédent, nous avons explicité les principes de la méthode d'aide à la décision élaborée dans le cadre de ce travail, et visant la mise en œuvre d'une symbiose industrielle sur un territoire quel qu'il soit. L'objectif de ce cinquième chapitre est de fournir des recommandations d'ordre méthodologique permettant de compléter la méthode explicitée précédemment, de manière à l'adapter aux spécificités d'un territoire français. Nous n'envisageons pas de proposer ici une analyse complète et approfondie du contexte culturel français, d'une part car celui-ci est très riche et diversifié selon les territoires de l'hexagone, d'autre part car le terme de « contexte culturel » est très large et une analyse complète de celui-ci, si tant est qu'elle soit possible, constitue un travail de thèse en soit. Nous tenterons donc de répondre aux questions soulevées dans le précédent chapitre en abordant un certain nombre de spécificités contextuelles relatives aux particularités de l'organisation productive, à la politique d'aménagement du territoire, aux comportements des entreprises, ainsi qu'aux différents acteurs publics en présence sur un territoire.

Dans une première sous-partie, nous proposons une analyse des différentes trajectoires technologiques adoptées au cours du processus d'industrialisation, depuis le 19^{ème} siècle, ainsi que les différentes raisons contextuelles, qu'elles soient économiques, politiques ou structurelles, en ayant conditionné la mise en œuvre. Cette analyse nous permet de montrer que les principes inhérents aux modèles des symbioses industrielles, à savoir la rationalisation de la circulation des flux et la proximité des acteurs, n'ont rien d'innovant en ce sens qu'ils ont souvent été appliqués, de manière plus ou moins dominante, au cours des différentes phases de l'industrialisation. Par ailleurs, cette première sous-partie nous permet également de mieux comprendre le contexte industriel et économique actuel et d'avancer l'hypothèse selon laquelle nous sommes aujourd'hui, selon nous, à l'aube d'une nouvelle révolution industrielle. Les réflexions empruntées à la théorie de la régulation nous permettent en effet d'envisager, en réponse à la situation actuelle, un changement radical dans nos modes de production et de consommation. Or les trajectoires technologiques et organisationnelles constituant les issues possibles ne pourront être dispensées d'une relocalisation, voire d'une territorialisation des activités productives. Pour ces raisons, la mise en œuvre de symbioses industrielles est susceptible de constituer une réponse à cette nouvelle révolution industrielle, d'autant plus que les entreprises semblent disposées à expérimenter de nouvelles formes d'organisation productive leur permettant de maintenir leur compétitivité.

Dans une seconde sous-partie, et forts de ce constat, nous nous intéresserons à la manière dont le principe de l'écologie industrielle est perçu par les industriels français, notamment grâce aux rencontres avec de petites et moyennes entreprises dans le cadre des activités du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube. Nous verrons alors que la sensibilité environnementale de ces acteurs est assez peu développée et que, en raison de la pression croissante exercée par la mondialisation de l'économie et le durcissement des contraintes réglementaires, les questions inhérentes au développement durable restent une préoccupation réservée aux grandes entreprises. Par ailleurs, le contexte organisationnel des petites et moyennes entreprises ne semblant pas favorable au déploiement de synergies d'écologie industrielle, la sensibilisation de ces acteurs nous semble constituer une étape essentielle dans la conduite du processus de mise en œuvre d'une symbiose sur un territoire. C'est pourquoi des recommandations adaptées au contexte français seront formulées.

Dans une troisième sous-partie, nous expliciterons les fondements de la politique d'aménagement du territoire menée en France et tenterons de démontrer en quoi celle-ci est favorable, selon nous, au déploiement de l'écologie industrielle en France. Nous verrons en effet que l'aménagement du territoire en France a évolué, depuis sa création, d'une approche centralisée et verticale vers une approche décentralisée et horizontale dont les mécanismes peuvent constituer des leviers pour la mise en œuvre de symbioses industrielles. Ces mécanismes seront explicités et des recommandations quant à l'intégration des principes de l'écologie industrielle en leur sein seront formulées.

Enfin, dans le cadre de la quatrième sous-partie, nous proposerons des recommandations concernant les différents publics susceptibles de constituer des parties prenantes pertinentes de l'équipe projet, en fonction des compétences dont ils ont la charge. Nous évoquerons ainsi principalement les collectivités territoriales, les structures de coopération intercommunale, les chambres consulaires et les agences de l'Etat et services déconcentrés.

1. L'écologie industrielle à travers l'histoire de l'industrialisation

Dans cette sous-partie, nous allons nous intéresser au processus d'industrialisation de la France, et notamment aux trajectoires technologiques empruntées depuis la révolution industrielle. La révolution industrielle désigne le phénomène de modernisation des industries, désignées alors par le terme de manufactures, et des

transports qui s'est produit au 19^{ième} siècle et qui se traduit par le passage d'une société à dominance agraire à une société industrielle. Cette évolution a eu des conséquences profondes sur l'organisation de notre société d'un point de vue économique, politique et social, ainsi que sur l'environnement. En effet, au-delà de la transformation des outils de production et de la relation homme-machine, l'industrialisation s'est accompagnée d'une réorganisation de l'espace national, dominé par la ville et ses banlieues, ainsi que par une explosion des échanges matériels et immatériels **[Beltran, 1998]**. Elle marque également la transition d'une société de consommation centrée sur les biens de première nécessité vers une société caractérisée par la consommation de masse, nécessitant une quantité abondante de ressources et générant toujours plus de rejets polluants et de déchets. C'est justement en réponse aux problèmes globaux posés par cette société du 21^{ième} siècle que l'écologie industrielle propose une organisation alternative des modes de production. Utilisé au pluriel, le terme de révolution industrielle fait davantage référence aux différentes vagues d'industrialisation qui se sont succédées dans le temps et l'espace, ainsi qu'aux trajectoires technologiques suivies par les pays industrialisés. En relatant les différentes étapes structurantes de l'industrialisation en France, nous verrons que la mise en œuvre de l'écologie industrielle, en tant que forme particulière d'organisation productive localisée (cf. sous partie 2.3 du chapitre 2), présente des caractéristiques organisationnelles proches du système de production que J. Piore et F. Sabel **[Piore, 1989]** définissent comme la production artisanale. Ils opposent ce système de production à la production en série, l'un des fondements du modèle fordiste, et démontrent⁷⁰ que ces deux trajectoires se sont affrontées dans l'histoire de l'industrialisation, la seconde prenant progressivement le dessus sur la première, sans forcément pouvoir le justifier de manière rationnelle. En se risquant d'affirmer qu'une symbiose industrielle relève, en quelque sorte, des principes de la production artisanale, nous pouvons déduire de cette analyse historique, que sous certaines conditions et dans certains contextes particuliers, le déploiement de symbioses industrielles au sein de notre société est tout à fait envisageable. Par ailleurs, comme nous le verrons à travers ce chapitre, nous pourrions considérer qu'au vu du contexte particulier de l'industrie française, fragilisée par la mondialisation et une pression croissante de la concurrence internationale d'une part, et de plus en plus consciente de la nécessité de tenir compte des enjeux du développement durable d'autre part, la France, se trouve à l'aube d'une nouvelle révolution industrielle. De ce point de vue, elle pourrait choisir, en réponse à cette crise d'un nouveau genre, de

⁷⁰ A travers leur ouvrage intitulé « Les chemins de la prospérité » (1989).

modifier en profondeur l'organisation de ses moyens de production, en favorisant le déploiement d'approches territoriales et concertées, telles que l'écologie industrielle.

Après avoir défini les fondements des deux systèmes de production qui se sont affrontés ces deux derniers siècles, l'objectif ci-dessous est d'explicitier les différentes trajectoires technologiques suivies par la France depuis le début de son industrialisation, de manière à mieux comprendre le contexte industriel actuel, les difficultés rencontrées, et d'envisager de nouvelles alternatives.

1.1. Production en série versus production artisanale

Ces deux stratégies ont co-existé dans l'histoire de l'industrialisation même si, dans les faits, c'est la production en série qui a finalement toujours fixé les règles de la régulation économique mondiale. Après avoir présenté les fondements technologiques de ces deux stratégies, nous reviendrons sur le cas particulier de la France et tenterons de comprendre les déterminants du processus d'industrialisation. Nous verrons que plusieurs modes d'organisation productive se sont succédés et que la production artisanale présentait de réels avantages économiques, parvenant ainsi à rester compétitive face au modèle de la production en série. Grâce notamment aux réflexions menées par Piore et Sabel dans l'ouvrage intitulé « Les chemins de la prospérité », nous analyserons, en particulier, les aspects politiques, économiques et contextuels ayant orchestré ces transitions technologiques et verrons en quoi nous pouvons considérer que nous sommes, aujourd'hui et à nouveau, à l'aube d'une nouvelle révolution industrielle.

1.1.1. La production en série

Ce mode de production est apparu en premier lieu au Royaume-Uni puis aux Etats-Unis dès le 19^{ème} siècle. Le principe de la production en série repose sur la fabrication standardisée de produits en très grande quantité.

Les progrès économiques et sociaux⁷¹ engendrés par cette nouvelle trajectoire technologique sont multiples. Tout d'abord, d'importantes économies d'échelles sont générées par la production massive d'un bien. Il s'agit d'ailleurs du paramètre conditionnant la rentabilité et le succès de cette approche. De plus, la standardisation et l'automatisation des outils de production nécessitent le recours à des ouvriers peu

⁷¹ Si socialement il n'est pas certain que l'on puisse véritablement parler de progrès, ils sont surtout apparus avec l'avènement de la consommation de masse, timidement à partir des années 1920 aux Etats-Unis, puis de façon plus générale dans le monde « occidental » (Japon compris donc) après 1945.

qualifiés et en nombre plus restreint. Cela entraîne une baisse des coûts de fabrication, une hausse des profits, et pour certaines classes sociales, une hausse des revenus. Les investissements nécessaires aux entreprises pour se doter des outils de production de plus en plus automatisés et spécialisés, et pour les renouveler dans le cadre de l'innovation, sont très lourds. Ces coûts sont cependant absorbés grâce aux économies d'échelles générées par ailleurs. Enfin, grâce à la production en série, une large gamme de produits nouveaux est apparue sur le marché. Cette trajectoire technologique constitue l'une des bases du modèle fordiste. Celui-ci conjugue taylorisme (système d'organisation du travail reposant sur une division verticale séparant distinctement la conception et l'exécution) et automatisation des systèmes de production. Le fordisme se caractérise également par la production de masse de produits relativement standardisés, source d'économies d'échelle, et par la hausse des salaires permettant la consommation de masse [Lipietz, 1986], hausse permise par le partage des gains de productivité entre le capital et le travail [Boyer, 1994].

Le déploiement de « grandes firmes industrielles » a permis de réaliser d'importants gains de productivité dans l'industrie mais génère également des effets négatifs. Tout d'abord, l'automatisation de plus en plus poussée des usines restreint considérablement l'autonomie dans le travail des ouvriers. Ensuite la production en série n'est pas suffisamment flexible pour opérer les modifications nécessaires à son adaptation aux fluctuations de la demande. Elle ne peut donc être mise en œuvre que pour la fabrication de produits standards dont la demande est constante et dont le marché est stabilisé.

Si les premières firmes industrielles ont tout d'abord été conçues, aux Etats-Unis, pour répondre à un besoin de stabilisation du marché, couplé à une pénurie de main d'œuvre, et en particulier de main d'œuvre qualifiée, la production en série s'est ensuite rapidement attelée à la création et à l'organisation de marchés nouveaux. L'exemple le plus significatif est l'industrie de l'automobile [Lipietz, 1986].

1.1.2. La production artisanale

A l'inverse de la production en série, le principe de la production artisanale repose sur des usines dont les ouvriers sont qualifiés et dont les outils de production sont sophistiqués mais non spécialisés, en ce sens qu'ils permettent de produire une large gamme de produits sans cesse renouvelée en fonction de la demande. Alors que la production en série suscite un besoin et crée la demande de manière à s'assurer que les volumes fabriqués et vendus permettront d'amortir les investissements nécessaires

à l'acquisition des outils de fabrication, la production souple, encore appelée par Piore et Sabel la spécialisation souple, dispose au contraire d'actifs suffisamment flexibles pour s'adapter à la demande. Quatre formes de producteurs souples ont pu être observées dans l'histoire et sont présentées dans l'ouvrage de Piore et Sabel. On y retrouve le concept de district industriel évoqué dans le chapitre 2 de ce travail mais également d'autres formes d'organisations productives aux mécanismes légèrement différents, qui ont inspiré le fonctionnement des systèmes productifs locaux que l'on connaît aujourd'hui.

Les conglomérats régionaux :

On appelle conglomérats régionaux des districts industriels spécialisés qui se composent d'un noyau central de petites entreprises soudées par des relations complexes de concurrence et de coopération. Aucune entreprise ne domine les autres. Les accords passés sont à court terme et des institutions intermédiaires peuvent être amenées à gérer les relations (association, syndicat, corps de métier, etc.). Un conglomérat régional peut également constituer un regroupement d'entreprises pour l'achat de matériels ou pour la commercialisation de produits dans le but de faire des économies d'échelle. Un sens profond de la communauté et de la solidarité est nécessaire pour le bon fonctionnement de ce type d'organisation. Il peut s'agir d'un enracinement ethnique, religieux ou familial, ce qui tempère la compétition et permet de la concilier aisément à la coopération. Des règles explicites (notamment concernant les prix, les salaires et les conditions de travail) sont formulées pour limiter la concurrence à l'intérieur de la communauté. Par ailleurs, le sentiment d'appartenance à cette communauté permet également l'existence de conventions implicites suffisant à ce que personne n'enfreigne les règles au risque de se retrouver exclus. Les districts industriels spécialisés du Nord et du Centre de l'Italie, ainsi que le quartier de la confection à New York sont des exemples de conglomérats régionaux.

Les fédérations d'entreprises :

Des accords personnels et financiers sont passés entre les entreprises appartenant à ce type d'organisation. Il arrive que les capitaux et les membres des conseils d'administration s'entrecroisent. Des services tels que les services financiers ou commerciaux peuvent également être partagés entre plusieurs entreprises. Enfin, il n'existe pas de rapport hiérarchique entre les entreprises. Le sens de la communauté est plus développé que dans les conglomérats régionaux car le critère d'identité est la famille. L'exemple français le plus remarquable de fédération d'entreprises est le système Motte, créé par Alfred Motte en 1850 pour faire face à la pression montante de

la production en série, à Roubaix, dans le secteur de la cotonnade. Il décida de regrouper, au sein d'une confédération de production des tissus destinés à l'industrie de la mode, l'ensemble des entreprises possédées par les membres de sa famille. Puis le système Motte s'est élargi de la manière suivante : à sa majorité, chaque membre de la famille se voyait associé à un technicien expérimenté issu de l'une des entreprises du système, formant ainsi un binôme auquel un capital était attribué pour la création d'une entreprise spécialisée dans l'un des stades de la production du système faisant défaut. Les nouvelles entreprises ainsi créées trouvaient des marchés à l'intérieur du système mais également à l'extérieur. Les liens sentimentaux et familiaux que ces entreprises entretenaient avec l'ensemble du système Motte faisaient d'elles des partenaires dignes de confiance.

Les firmes « solaires » :

Il s'agit des entreprises autour desquelles gravitent les fournisseurs. Les relations entre ces firmes et les fournisseurs sont basées sur le principe de la collaboration et non sur celui de la subordination. Les sous-traitants ou fournisseurs restent autonomes et sont sollicités pour conseiller une firme solaire dans ces choix stratégiques de conception. Il arrive également que ces firmes solaires collaborent avec les institutions publiques locales pour le financement d'écoles, de centres de recherche, etc.

Les regroupements d'ateliers :

Ce type d'organisation présente le même fonctionnement et les mêmes caractéristiques que la firme solaire. Il est constitué d'une entité en charge de l'assemblage et de la commercialisation d'un produit, autour duquel gravitent les ateliers fabriquant les différents éléments à assembler.

Ces organisations présentent des caractéristiques communes en matière de régulation microéconomique. Tout d'abord, elles cumulent flexibilité et spécialisation. La flexibilité autorise la transformation continue du processus de production en fonction de l'évolution de la demande, mais cette flexibilité est limitée par le fait que la production soit spécialisée. Textile, acier, construction, etc., aucune diversification radicale n'est possible pour le personnel. Cette ressource sera réemployée à un autre poste en cas de difficulté économique, mais elle restera dans ce secteur d'activité. Des exemples montrent l'établissement d'une assurance chômage très intéressante pour retenir les ouvriers pendant les périodes les plus sombres. A Saint-Etienne par exemple, le taux d'imposition local est très élevé de manière à pouvoir financer cette assurance. La seconde caractéristique fait référence à l'accès limité à ce type d'organisation. Ces systèmes sont en effet relativement fermés car les conditions sociales avantageuses ne

peuvent être accordées à trop de personnes sous peine de déséquilibrer le système. La troisième caractéristique commune repose sur la saine stimulation de la concurrence qui existe à l'intérieur et à l'extérieur de la communauté. Alors que la concurrence interne est individuelle, en ce sens que les entreprises aspirent à se positionner au mieux dans la hiérarchie « reconnue » et informelle de la communauté, la concurrence externe est collective. L'innovation continue et de l'ensemble de la communauté est en effet nécessaire pour rivaliser avec les autres communautés organisées sur des marchés similaires. Enfin, la dernière caractéristique fait référence au fait que les systèmes de production souples limitent la forme de concurrence qui consiste à diminuer les coûts de fabrication en réduisant les salaires et les conditions de travail.

Ces mécanismes de régulation microéconomique sont très différents de ceux de la production en série, en ce sens que le maintien de la compétitivité économique des entreprises ne s'effectue pas au détriment des salariés. En effet, la forme de régulation micro-économique la plus répandue dans les pays industrialisés repose sur le mécanisme des prix de manière à équilibrer l'offre et la demande. Cependant lorsque l'offre est supérieure à la demande, et dans un contexte de forte concurrence internationale, les fabricants sont généralement amenés à réduire le prix des produits et cela se traduit inévitablement par une réduction forcée des coûts de production, ce qui a pour conséquence sociale négative une baisse des salaires et une altération des conditions de travail. Dans le contexte plus récent de la mondialisation des marchés, les entreprises sont amenées à délocaliser leurs sites de production de manière à bénéficier d'une main d'œuvre meilleur marché.

Enfin, concernant la fluctuation potentielle des prix à l'intérieur de l'organisation, elle dépend d'un mécanisme de régulation aux conséquences sociales très positives. L'objectif de ce mécanisme étant de stabiliser les relations entre les entreprises appartenant à l'organisation et d'assurer un positionnement stable à leurs salariés, les prix des biens et services échangés ne sont pas indexés sur la situation monétaire du marché dans lequel ils s'inscrivent. Ils sont fixés en fonction d'un taux de profit équitable et reconnu de tous.

La différence fondamentale entre ce modèle d'organisation productive et les démarches d'écologie industrielle réside dans la nature des secteurs d'activité en présence. Si ces modèles regroupent nécessairement des entreprises appartenant au même secteur, les symbioses industrielles peuvent reposer sur la mise en réseau d'acteurs de secteurs industriels différents. Cependant, un certain nombre de points communs peuvent être mis en évidence, notamment concernant les aspects organisationnels et structurels :

- Ils reposent principalement sur la mise en réseau de petites et moyennes entreprises,
- Ce réseau peut également s'organiser à partir d'une entreprise centrale autour de laquelle gravitent des entreprises de plus petite taille et avec lesquelles des relations particulières sont mises en œuvre,
- Des relations complexes de concurrence et de coopération, voire de mutualisme, existent entre les acteurs,
- Une relation de confiance est nécessaire au sein du réseau,
- Des partenariats public/privé peuvent permettre de garantir la viabilité du système (ex de Saint-Etienne),
- La mutualisation d'équipements, de services ou d'approvisionnements est possible entre les acteurs, ainsi que des échanges de flux matériels ou immatériels.

1.2. Ce qui s'est passé en France

L'industrialisation française a été marquée et fortement influencée par des périodes de récession économique, deux Guerres Mondiales, la décolonisation, la construction européenne et la mondialisation du marché.

1.2.1. L'industrie française au 19^{ème} siècle

La France fait partie des premiers pays à s'être industrialisés avec la Grande-Bretagne, la Belgique et les Etats-Unis. Mais à la différence des Etats-Unis, l'industrie française s'est d'abord engagée dans la voie de la production artisanale. Deux principales raisons à ce choix de stratégie peuvent être énoncées. Tout d'abord, on doit le maintien de la production artisanale à travers l'industrialisation à la volonté de conserver un mode de vie rural. Il s'agit d'une forme de résistance pour le maintien des équilibres ancestraux entre les mondes agricoles et industriels. La seconde raison fait référence à l'inadéquation entre l'offre et la demande. Aux Etats-Unis, l'émergence de petits propriétaires aux goûts très diversifiés et suffisamment prospères pour acheter les produits issus des firmes industrielles a favorisé les produits standards à la finition sommaire de la production en série **[Piore, 1989]**. En France, la demande en produits manufacturés est venue de la noblesse provinciale, de la bourgeoisie commerçante et des fonctionnaires essentiellement parisiens, ainsi que de quelques riches paysans. Les goûts étaient donc très variés d'une région à l'autre, d'où un besoin de diversité et

de produits de haute gamme **[Piore, 1989]**, besoin auquel la technologie de la production en série n'aurait su répondre. De plus, en raison de la répartition inégale des richesses entre les différentes classes sociales, la classe moyenne urbanisée susceptible de créer une demande en produits standardisés de grande consommation, à l'image des Etats-Unis, était inexistante en France **[Beltran, 1998]**. C'est ainsi qu'une grande partie des produits issus de l'industrie française, au 19^{ème} siècle, étaient exportés pour palier l'insuffisance de la demande interne.

Les industries françaises du 19^{ème} siècle étaient principalement localisées en périphérie des grandes villes et reposaient essentiellement sur la transformation des déchets urbains **[Barles, 2005]**. L'industrie la plus significative est celle du chiffonnage dont l'âge d'or se situe entre 1840 et 1880. Les deux principaux déchets urbains à l'origine de cette industrie sont l'os et le chiffon d'origine végétal. Les produits fabriqués sont multiples à partir de ces déchets ou de leurs dérivés : colle, fertilisants pour l'agriculture, papier, objets divers en tabletterie, sucre, etc. Les déchets des uns utilisés en ressources pour d'autres ... le chiffonnage témoigne de l'existence, et de la mise en œuvre, du principe de l'écologie industrielle dès le début de l'industrialisation française. En réalité, c'est justement la disponibilité de ces déchets urbains dont il fallait se débarrasser pour des questions d'hygiène et de salubrité des villes qui a conduit les ingénieurs à inventer de nouveaux procédés. Aucune ressource naturelle n'était exploitée. D'ailleurs, c'est également pour les mêmes raisons que, si les déchets urbains ont trouvé une issue agricole et industrielle, ce n'est pas le cas des déchets issus de l'industrie dont peu se sont préoccupés. Abandonner ces déchets aux portes de l'entreprise n'empêchait pas l'activité de se développer. De plus, ces déchets étaient particulièrement concentrés en substances polluantes, donc plus difficiles à valoriser, et surtout, il n'existait pas de demande particulière.

1.2.2. L'industrie française de la fin du 19^{ème} siècle à la Grande Dépression de 1929

De grandes entreprises des secteurs de la métallurgie, de la chimie, de l'automobile et des équipements électroniques ont commencé à s'installer en France sur le modèle américain, c'est-à-dire selon le principe de la production en série, dès la fin du 19^{ème} siècle. Certaines entretenaient d'ailleurs des liens financiers avec les Etats-Unis, ce qui a rendu plus évident encore leur orientation dans cette trajectoire technologique. Par ailleurs, les entreprises « consommatrices » des résidus urbains connaissent un développement de plus en plus important. La croissance de la demande en produits

issus de cette forme d'industrie augmente plus rapidement que celle des gisements du chiffonnage [Barles, 2005], ce qui a pour conséquence d'accroître la valeur unitaire des matières collectées et d'encourager le regroupement des unités de production de manière à améliorer les rendements. Nous pensons que cette tendance à la fusion est certainement liée à l'influence de la production en série qui commence à s'introduire et à faire ses preuves en France dès la fin du 19^{ème} siècle. Devant la massification de l'industrialisation et des besoins à couvrir, l'« *équilibre réel ou supposé entre ville, industrie et agriculture qui devait être garant de salubrité et de développement économique* » selon les propos de S. Barles, ne peut se maintenir. L'industrie se désintéresse progressivement des déchets urbains en raison de l'émergence de nouvelles ressources « *extraites des entrailles de la terre (...) ou de l'atmosphère* » [Barles, 2005, p. 135] aux gisements plus importants d'une part, et couplée aux transitions énergétiques d'autre part (apparition du gaz naturel, du pétrole et de l'électricité). Les progrès technologiques réalisés dans le domaine de la chimie ont également largement contribué au développement de l'industrie et au fait qu'elle se détourne des résidus urbains. Sabine Barles cite dans son ouvrage un extrait éloquent de Robiquet « *C'est elle [la chimie], en un mot, qui lui fournit [à l'homme] les moyens de s'emparer de toutes les richesses de la nature et de les approprier à ses besoins ou à ses jouissances* » [Robiquet, art. p 201]. C'est ainsi que dès la fin du 19^{ème} siècle, un mélange de pâte de bois mécanique et chimique est utilisé pour la fabrication de papier en substitution de chiffons, ou encore que les os, source unique de phosphore depuis le 18^{ème} siècle, se voient délaissés suite à la découverte de gisements de phosphate naturel [Barles, 2005].

La Première Guerre Mondiale a ensuite largement contribué à l'essor de la production en série dans l'industrie française, en particulier dans le secteur de la mécanique. D'un point de vue conjoncturel, cet épisode est à l'origine d'une période de prospérité économique. En effet, entre 1924 et 1929, la croissance de la France était la plus forte d'Europe [Beltran, 1998]. A la différence des Etats-Unis, le marché intérieur français des biens fabriqués en série restait relativement limité pour les mêmes raisons que celles qui ont été évoquées dans la sous-partie précédente (la classe moyenne urbanisée susceptible de créer une demande en produits standardisés de grande consommation, à l'image des Etats-Unis, était inexistante en France). Par ailleurs, les mécanismes institutionnels à l'origine de la consommation de masse (indexation des salaires sur les gains de productivité) n'apparaissent qu'après 1945. C'était donc de 30 à 40 % de la production qui était exportée. Selon Piore et Sabel, l'un des aspects constituant un point commun entre les situations américaines et françaises, et justifiant

en partie la facilité avec laquelle la production en série s'est déployée en France, concerne le caractère réduit du contrôle de l'Etat sur le phénomène de l'industrialisation, en raison du libéralisme économique et de l'influence politique dont jouissaient les acteurs économiques.

Lorsque survient la Grande Dépression aux Etats-Unis, suite au crack boursier du jeudi 24 octobre 1929, puis dans le reste du monde, les industriels français, qui jouissaient jusqu'alors d'un contexte économique particulièrement favorable, se sont trouvés confrontés à une situation inédite et dans l'incapacité de prendre en main l'organisation du redressement économique. C'est dans ce contexte que l'intervention de l'Etat dans la régulation économique a été remise à l'ordre du jour. Selon Piore et Sabel, deux tentatives de redressement émanant de l'Etat peuvent être mises en évidence. La première est issue du gouvernement du Front Populaire, arrivé au pouvoir en 1936, et selon lequel le phénomène responsable de la crise économique était la sous-consommation. Sa politique de relance était fondée sur une hausse des salaires, une réduction des temps de travail hebdomadaires, de manière à redistribuer le travail et réduire ainsi le taux de chômage, et l'instauration de congés payés annuels garantis par la loi. Cependant, cette politique semble s'être soldée par un échec. En effet, l'effet attendu par cette mesure était la relance de la consommation. Or, pour palier la réduction du temps de travail, les entreprises ont réduit les temps de production au lieu d'embaucher de nouveaux employés et ont augmenté le prix de leurs produits pour compenser les hausses de salaires et la baisse de production. De plus, l'hétérogénéité du phénomène a engendré des pénuries dans certains secteurs industriels, et en raison de l'inflation, les hausses de salaires n'ont permis aux français que l'achat des denrées alimentaires et non une relance de la consommation. La seconde tentative provient du Gouvernement de Vichy dont l'objectif était la création de réseaux de firmes, ou de communautés industrielles autonomes. Cependant, les comités d'organisation étaient principalement constitués d'hommes d'affaires qui se sont souvent limités à la reformulation de trusts ou d'associations commerciales déjà existantes.

Si les deux tentatives de redressement économique présentées ci-dessus semblent s'être soldées par un échec, selon l'analyse de Piore et Sabel **[Piore, 1989]**, elles ont tout de même permis d'amorcer la réorganisation de l'économie française d'après-guerre, notamment grâce à la collaboration entre l'Etat et le secteur privé.

1.2.3. L'industrie française de la Seconde Guerre Mondiale aux années 1960

La fin de la Seconde Guerre Mondiale marque véritablement la fin de la production artisanale en France. Selon Piore et Sabel, les causes de la disparition de ce mode de production sont multiples et complexes et relèvent de deux effets combinés. D'une part, la production artisanale rencontrait une difficulté croissante à innover en raison des multiples crises évoquées précédemment. D'autre part, ce mode de production s'est trouvé confronté à une hostilité grandissante provenant de l'environnement politique, institutionnel et économique. Selon Piore et Sabel, la production en série est apparue comme l'unique chemin vers le progrès technique pour rester compétitif sur le marché mondial. Ils expliquent ce phénomène grâce à la prédominance de la théorie classique de l'évolution de l'économie, soutenue alors par les économistes politiques classiques tels que Fergusson, Marx et Smith, et selon laquelle la production en série est inévitable. Cette théorie peut être décrite selon les principes suivants :

- Principe 1 : Une spécialisation plus poussée de l'utilisation des ressources engendre une hausse de la productivité.
- Principe 2 : Le monde agricole constitué de petits paysans rançonnés par des seigneurs féodaux connaît une transition vers le monde industriel du capitalisme.
- Principe 3 : La spécialisation, ou production en série, est un progrès inévitable et incontrôlable. Selon Smith et Marx, les pouvoirs politiques auraient éventuellement pu retarder ce phénomène mais n'auraient pas pu le stopper. Il était inévitable car chaque besoin satisfait entraîne la nécessité d'en satisfaire un nouveau. La demande est donc croissante, les marchés se multiplient et la hausse de productivité est plus que nécessaire pour rester compétitif. Enfin Smith et Marx considèrent que ce phénomène était incontrôlable car l'automatisation de la production devenait indispensable pour diminuer les coûts de production de manière significative et garantir ainsi la compétitivité des entreprises. C'est ainsi que le régime d'accumulation qu'est le fordisme, théorisé notamment par la théorie régulationniste, se généralise.

Piore et Sabel considèrent cependant que cette vision classique de l'évolution de l'économie présente deux principales anomalies. La première repose sur la théorie du dualisme industriel qui évoquait « *l'idée paradoxale que, de par sa logique même, la production en série allait de pair avec une autre forme de production qui était son contraire* » [Piore, 1989, p. 46]. Cette théorie visait à expliquer la persistance de petites

entreprises fabriquant des produits en petites quantités, et cela malgré les prédictions annonçant le déploiement massif de la production en série plus d'un siècle et demi après le début de la mécanisation intensive. Selon cette théorie, la production artisanale était un complément essentiel à la production en série. En effet, les outils de production en série étant très spécialisés, ils ne pouvaient être issus que de l'industrie artisanale. De plus, les petites entreprises en marge de la production en série jouaient un rôle essentiel en matière de régulation économique puisqu'elles permettaient de lisser la quantité de produits fabriqués, et donc l'offre, en fonction de la demande. Enfin, la production en série consistant à fabriquer de grandes quantités de biens standardisés ne pouvait convenir à l'ensemble des produits fabriqués par l'industrie. La seconde anomalie réside dans la persistance de districts industriels issus du 19^{ème} siècle, qui ne s'explique pas par la théorie du dualisme industriel. L'analyse de ces organisations industrielles contredit la conception classique du progrès économique, car ce sont soit des petites entreprises qui ont conçu et exploité de nouveaux procédés sans pour autant accroître leur capacité de production, soit des grandes entreprises qui utilisent des outils de production sophistiqués mais pas standardisés. Il s'agit d'exemples d'entreprises dont le dynamisme technologique montre que la production artisanale n'a pas seulement sa raison d'être à la marge de la production en série.

Face à ce constat, Piore et Sabel considèrent que, l'idée selon laquelle le déploiement systématique de la production en série serait une trajectoire technologique inexorable, n'est qu'une construction sociale. Selon eux, l'Etat français ne se fiait plus aux performances particulières avérées de certaines régions, pour le développement économique, mais s'est laissé influencé, ou plutôt séduire, par les résultats du paradigme technologique qu'était devenue la production en série aux Etats-Unis, l'une des bases du modèle fordiste. Ce choix résulte davantage de « *la logique immuable de la technologie retenue, plutôt que [de] l'équilibre changeant des forces du marché* » [Piore, 1989, p.66]. La production en série s'est imposée petit à petit pour devenir, dans les esprits, le synonyme de l'industrialisation. A force de diffusion des mérites de ce mode de production, les fabricants de machines s'efforçaient de construire des outils de fabrication de plus en plus sophistiqués, persuadés que cela répondait à une demande croissante des industriels, alors que ces derniers voyaient la production en série comme une issue inexorable, une fatalité à laquelle ils allaient devoir succomber.

Concrètement, la transition vers la production en série, et donc l'émergence du modèle fordiste, a été amorcée avec la réorganisation de l'économie française d'après-guerre. Pendant l'Occupation, la France a souffert de nombreuses pénuries (énergie, matières premières et main d'œuvre). De 1940 à 1944, la production industrielle a connu un

véritable effondrement. La production de charbon était en effet de 26.6 millions de tonnes en 1944 contre 47.6 millions de tonnes en 1938. Quant aux capacités des raffineries, elles ont été réduites de 8 millions de tonnes à 1,2 millions de tonnes à la fin de la guerre. Par ailleurs, les équipements industriels devenaient de plus en plus inadaptés en raison de leur vieillissement [Beltran, 1998]. La réorganisation de l'économie française s'est donc traduite par un Plan de Modernisation, dit Plan Monnet, basé sur l'intervention de l'Etat et promulgué au sein de « *l'économie concertée* ». Piore et Sabel définissent cette initiative en reprenant les termes de l'économiste Andrew Schonfield comme « *un acte de collusion délibéré entre hauts fonctionnaires et patrons de la grande industrie* » [Piore, 1989, p. 181]. Il semblait en effet « *nécessaire d'orienter l'activité industrielle, de préférer temporairement telle activité à telle autre, la sidérurgie par exemple à la petite industrie transformatrice, de donner un ordre de priorité à la machine au détriment du produit* » [Beltran, 1998, p.18]. Selon Piore et Sabel, le succès de cette initiative est intimement lié à la vague de nationalisation de grandes banques et d'entreprises des secteurs de l'énergie, des transports et de l'automobile, telle que Renault en 1944, ce qui a amené les industriels à accepter le contrôle de l'Etat sur l'économie de manière à la stabiliser.

En ce qui concerne la régulation microéconomique, l'Etat a encouragé la formation de cartels industriels dans le but de créer de grandes firmes concurrentielles sur les marchés mondiaux. De gigantesques conglomerats industriels ont ainsi été formés sur le modèle américain jusqu'à la fin des années 1960. De grandes entreprises ont en effet créé de vastes réseaux en rachetant de manière systématique les sous-traitants et fournisseurs dépendant d'elles. Elles ont également cherché à réduire leurs coûts de fabrication en transférant des activités à forte intensité de travail dans le sud et dans l'ouest de la France, où les salaires des ouvriers étaient moins élevés ; ou encore en embauchant des immigrants venus de l'Afrique francophone ou du Portugal dans les zones où la main d'œuvre était insuffisante. Ce phénomène a eu pour lourde conséquence la destruction des relations humaines et commerciales qu'entretenaient des entreprises dont les activités étaient complémentaires au niveau régional et dont la stratégie technologique reposait sur la production artisanale. Certaines entreprises de districts industriels ont, par ailleurs, abandonné la stratégie de la production artisanale au profit du modèle fordiste de manière délibérée. Des modes de coordination horizontaux existant entre des entreprises complémentaires au sein de mêmes régions ont ainsi cédé leur place à des modes de coordination verticaux entre ces entreprises et leurs sièges sociaux, généralement basés à Paris. Le district industriel de Lyon est celui qui a le mieux résisté aux différentes crises rencontrées, mais a finalement succombé au plan de fusions et de restructurations de l'Etat.

Concernant la régulation macroéconomique, l'économie française est restée relativement protégée jusqu'à la fin des années 1950, ce qui caractérise également le succès du modèle fordiste, en raison des barrières commerciales qui avaient été instaurées à l'issue de la Seconde Guerre Mondiale, mais également grâce au fait que ses concurrents étaient occupés, eux aussi, à leur propre reconstruction nationale. Cette situation particulière d'isolement a permis au gouvernement de faire en sorte que la demande augmente pour encourager la croissance, et cela en dépit d'un taux d'inflation relativement important pour l'époque. Pour soutenir la hausse de la demande, l'Etat a par exemple consenti des crédits à l'investissement à des taux avantageux pour certaines entreprises sélectionnées, ou encore contrôlé l'évolution des salaires à la hausse. A partir de 1952, le salaire minimum a en effet été indexé sur le coût de la vie.

Les limites de cette stratégie expansionniste de réorganisation de l'économie française, basée sur le déploiement des principes de la production en série, ont été atteintes lorsqu'en 1957 le traité de Rome annonçait la ré-ouverture du marché européen. La France n'allait en effet plus être à l'abri de la pression concurrentielle des marchés internationaux et son taux d'inflation relativement élevé risquait, à long terme, de constituer une menace pour sa compétitivité économique. Le modèle décrit précédemment s'est traduit par une phase de stabilité et de prospérité que Jean Fourastié a baptisée les « trente glorieuses » [Fourastié, 1979, cité in Beltran, 1998, p. 148]. Cette ère a pris fin à l'aube des années 1960, malgré les tentatives engagées par le gouvernement français pour continuer à encourager la croissance économique et favoriser l'exportation des produits français sur le marché international. Comme l'ensemble des sociétés capitalistes qui se sont orientées délibérément vers la voie de la production en série, la France commence alors à comprendre, à ses dépens, que ce modèle n'est rentable que si la stabilité du marché est garantie.

1.2.4. La crise de l'économie de la production en série de 1960 à 1980

A partir des années 1965, le monde industriel entre dans une période de trouble que les économistes peinent à analyser et comprendre. Selon Piore et Sabel, elle se caractérise par l'enchaînement de plusieurs épisodes. D'abord, le climat social est très agité entre 1960 et 1970. Le trouble grandissant chez les étudiants et les travailleurs se traduit par les manifestations de mai 1968. Si les mesures prises par le gouvernement français en réponse à cet épisode semblent avoir fait la preuve d'une certaine efficacité

économique, il s'agissait néanmoins « *d'une première lézarde du système* » [Piore, 1989, p. 218], pour reprendre les termes de Piore et Sabel. Ensuite, à partir de 1971, la fin du système conçu à Bretton Woods et, de facto, l'instauration du régime de libre fluctuation des devises, a eu pour conséquence l'augmentation de la confusion et de l'instabilité des marchés mondiaux. Or selon les principes de régulation de l'économie de la production en série, ce modèle n'est rentable que si la stabilité du marché est garantie. Alors que les prémices de la crise économique de la production en série commencent à peine à se dessiner et restent encore imperceptibles pour beaucoup de sociétés capitalistes, survient le premier choc pétrolier, en 1973, accompagné de l'achat de blé, par les soviétiques, sur le marché occidental, en raison d'une série de mauvaises récoltes. Ces deux phénomènes ont eu des effets très néfastes au sein des pays industrialisés. Tout d'abord, les stocks régulateurs de céréales et de pétrole qui permettaient au marché mondial d'en stabiliser les prix étaient épuisés, se qui s'est traduit par une hausse du prix de ces marchandises. La tendance à la hausse s'est alors répandue à l'ensemble des salaires, des biens et des denrées alimentaires ce qui a déclenché une vague d'inflation sans précédent dans la quasi-totalité des pays industrialisés. L'incertitude régnant sur les prix à venir de l'énergie a eu également pour effet de geler les investissements des industriels de la production en série. Face à cette situation, la politique économique du monde industriel est passée de la stratégie de l'expansion à celle de la restriction. Enfin, le second choc pétrolier est survenu en 1979, alors que les économies nationales commençaient à être convaincues qu'ils avaient « *de bonnes chances de sortir des troubles précédents avec leurs institutions et leur conception de la politique économique intacte* », selon les propos de Piore et Sabel [Piore, 1989, p. 230]. Ce second choc pétrolier s'est également traduit en inflation et a plongé l'ensemble de l'économie mondiale dans une période de récession.

Les analystes économiques proposent plusieurs explications à cette crise. La première consiste à dire que le système économique a principalement été ébranlé par des crises extérieures ayant eu un impact sur les institutions de régulation. En réponse à cela, les politiques ont réagi en se basant sur une compréhension fausse ou incomplète des institutions menacées par ces crises extérieures, ce qui a considérablement aggravé le désordre économique [Piore, 1989]. Selon les visions capitaliste et néomarxiste, la crise résulterait ainsi d'un interventionnisme de l'Etat trop important, ce qui a conduit à une paralysie du système économique. C'est également la théorie défendue par Alain Lipietz et Georges Benko selon lesquels la crise résulterait d'une articulation de causes internes et externes [Benko, 1992]. La seconde explication diffère complètement de la première et repose sur l'atteinte des limites de la structure institutionnelle de régulation

macroéconomique sont atteintes [Piore, 1989, Lipietz, 1989]. Selon eux, même si la crise a été provoquée, voire accélérée, par des éléments exogènes, celle-ci était inévitable. Elle résulte tout d'abord de la saturation des marchés industriels. En effet, si le recours à la production en série pour « redémarrer » l'économie nationale de l'après-guerre était une bonne stratégie, une fois que la population est équipée d'un certain nombre de biens de consommation, les marchés sont saturés. Ce phénomène a par ailleurs été aggravé par l'évolution de la stratégie de quelques pays en voie de développement qui ont également adopté la production en série. La crise de la production en série est également intimement liée à une modification du comportement des consommateurs survenue dans les années 1970. Ces derniers développent en effet un goût de plus en plus prononcé pour des produits plus diversifiés et moins standards. Enfin, Lipietz identifie, en plus de « la crise de la demande » évoquée précédemment, une « crise de l'offre ». Celle-ci repose sur une érosion des principes fordistes fondamentaux. A force d'augmenter le pouvoir d'achat de la classe ouvrière, les taux de profit des entreprises finissent par baisser, ainsi que leurs taux d'investissement.

Selon Piore et Sabel, l'impuissance politique face à ces évolutions conjoncturelles pourrait être la conséquence, et non la cause, de la détérioration économique.

Concrètement, le gouvernement français a réagi aux premiers signes de la crise en prenant une série de mesures visant à poursuivre dans la voie de la production en série. L'objectif était alors de créer de gigantesques firmes d'envergure mondiale, au détriment des petites entreprises que l'Etat s'efforçait de vouloir faire disparaître depuis la seconde Guerre Mondiale. Par ailleurs, l'Etat a toujours soutenu et encouragé l'exportation et a mené une politique qui a connu un véritable succès, surtout dans le domaine des biens fabriqués en série. Cependant, la France était en train de se faire évincer par l'Allemagne de l'Ouest, le Japon et les Américains des marchés de la haute technologie et des biens d'équipement. Elle était également de plus en plus menacée par la concurrence des pays en voie de développement concernant des biens moins sophistiqués tels les chaussures, l'acier, ou encore le carbone.

Après les élections présidentielles de 1981, le chemin de la production en série a été poursuivi, mais de manière différente. Un programme de nationalisation à grande échelle a en effet été mis en œuvre, permettant à l'Etat de contrôler l'économie comme nul part ailleurs. La moitié des entreprises employant plus de 2000 personnes et les grandes banques ont été nationalisées.

Au niveau de la régulation macroéconomique, les objectifs étaient également similaires à ceux du précédent gouvernement mais les moyens d'y parvenir différents. Les

socialistes ont cherché à promouvoir l'expansion grâce à la coordination internationale, comme leurs prédécesseurs. Cependant, au lieu d'attendre que des signes de redressement se manifestent sur les marchés mondiaux, ils ont appliqué une politique de relance intérieure, persuadés que l'économie mondiale allait repartir. Selon leur idée, les revenus des exportations françaises allaient rapidement soulager l'Etat des dépenses engendrées pour la relance intérieure et les marchés français n'avaient pas à craindre d'invasion des marchés concurrents dont la nouvelle prospérité nationale devait suffire à absorber leur production.... Mais il en a été autrement, le redressement attendu n'est jamais venu, l'accroissement de la demande a profité aux exportateurs étrangers et le déficit de l'Etat français ne faisait que s'aggraver. En réponse à cette situation, le gouvernement a mené une politique d'austérité.

Selon Piore et Sabel, les socialistes ont malheureusement considéré « *la nationalisation du capital comme un moyen permettant d'avancer plus vite tout en gardant le même chemin, plutôt que comme l'occasion d'un changement de direction* » [Piore, 1989, p. 303].

1.2.5. L'industrie française depuis 1980

La fin des années 1970 symbolise ce que Piore et Sabel appellent la Seconde Révolution Industrielle. La Première Révolution Industrielle faisait référence au début de l'industrialisation au 19^{ème} siècle. La Seconde Révolution Industrielle se fonde sur la pluralité de stratégies mises en œuvre à partir des années 1980 en réponse à la crise économique.

La première est le regroupement en conglomérat. Différent de la fusion, le conglomérat consiste à réunir des entreprises de secteurs d'activités divers. En diversifiant leurs investissements, les actionnaires limitent les risques de subir les méfaits de la crise économique, car tous les secteurs d'activités n'étant pas touchés de la même manière ni au même moment. La seconde stratégie est la multinationalisation. Elle vise à redéployer les activités d'une entreprise en dehors des frontières du pays d'origine de manière à étendre son marché et bénéficier de coûts de production moins élevés, notamment grâce à une main d'œuvre moins chère. La troisième stratégie est la création de nouveaux marchés tels que l'informatique et le secteur des loisirs à domicile (Hi-Fi, jeux vidéo, etc.). Enfin, la dernière stratégie est la réémergence du modèle de la production artisanale, notamment en Italie, au Japon, en Allemagne et dans certaines régions d'Autriche. Piore et Sabel mettent en évidence un lien clair entre le fait, pour un pays, d'avoir eu recours à la production artisanale en remède à la crise des années 1970 et la façon dont ce pays avait adopté la production en série dans le passé. Or

l'Allemagne, l'Italie et le Japon ont eu des expériences historiques très positives avec la production artisanale au cours du 20^{ème} siècle, et ce malgré la prédominance de la production en série au sein de l'économie mondiale. C'est donc tout à fait naturellement que ces pays sont allés chercher des solutions en remède à la crise dans ce qui restait de leurs traditions et ont spontanément encouragé l'industrie à emprunter la voie de la production artisanale. L'Etat français a également incité les entreprises à adopter des modes de production et des stratégies commerciales plus souples, mais la productivité était trop affaiblie et le chômage trop élevé. Selon Piore et Sabel, si la France a connu une période dominée par la production artisanale au 19^{ème} siècle, toutes les expériences menées à partir du 20^{ème} siècle en matière de production artisanale débouchaient sur des impasses. Les institutions régulatrices du 19^{ème} siècle étaient trop différentes des institutions de 1980. Elles ne pouvaient se baser sur aucune expérience du passé pour fixer les orientations de la mise en œuvre d'une production plus souple. Cependant, au vu de la conjoncture, bon nombre de dirigeants français étaient devenus très sceptiques sur la viabilité, à long terme, du modèle fordiste.

On ne peut aborder cette période de l'histoire de l'industrialisation sans évoquer la théorie de la régulation. Celle-ci vise en effet à comprendre, dans un premier temps, la période de croissance relativement stable des Trente Glorieuses et la spécificité de la crise économique des années 1970. Elle repose, selon Paul R. Bélanger et Benoît Lévesque [Bélanger, 2005], sur la mise en évidence des limites de l'approche capitaliste pour la compréhension de ces phénomènes et introduit des notions intermédiaires nécessaires à l'analyse de la situation. Paul R. Bélanger et Benoît Lévesque définissent ces notions comme suit :

« D'abord celle de « formes structurelles à la fois économiques et sociales » qui constituent des codifications de rapports sociaux : rapport salarial, contrainte monétaire, formes de concurrence, régimes internationaux et Etat. Ensuite, la notion de régime d'accumulation définie à partir d'une approche sectorielle (la façon dont les sections de biens de production et de biens de consommation sont inter-reliées) ou encore des modes d'obtention, de partage et de diffusion des gains de productivité (salaire et profit, branches et sections). Enfin, la notion de mode de régulation constituée de l'ensemble des codifications des rapports sociaux assure la stabilité du régime d'accumulation, un régime d'accumulation intensive fondée sur la consommation de masse, dans le cas du fordisme. » [Bélanger, 2005, p. 225].

En d'autres termes, la théorie de la régulation replace l'économie dans l'ensemble du cadre social, culturel et spatial construit au cours de l'histoire pour mieux comprendre l'organisation de la société post-fordiste, et notamment les mutations économiques,

sociales et spatiales qui la caractérisent. L'ouvrage fondateur de cette théorie est *Régulation et crise du capitalisme*, de M. Aglietta (1976). Celui-ci met l'accent sur la « *transformation des conditions d'existence du salariat* » [Aglietta, 1976, p. 18] pour la compréhension des phénomènes inhérents à la crise de 1970.

Depuis 1980, les travaux relatifs à la théorie de la régulation ont évolué et se focalisent sur la recherche d'un « post-fordisme acceptable » [Bélanger, 2005]. En effet, la France est alors disposée à expérimenter de nouvelles stratégies visant à réorganiser les entreprises et l'intervention de l'Etat sur l'économie. Devant la difficulté croissante de rester compétitives sur des marchés internationaux dont les concurrents les plus redoutables bénéficient de coûts de production relativement faibles, les entreprises tendraient vers une désintégration de leur hiérarchie verticale de manière à externaliser une partie de leur production et à s'organiser en réseaux. Selon Bernard Pecqueur, on assiste à un phénomène de « territorialisation » de l'économie ainsi qu'à une spécialisation des zones de production [Pecqueur, 2004a]. Effectivement, il se produit une rupture avec la production en série en tant que trajectoire technologique dominante et principe directeur d'organisation. De nombreux chefs d'entreprises comprennent qu'ils ne peuvent plus faire face à la concurrence internationale en fabriquant uniquement des biens standards produits en série, ou une gamme limitée et fixe d'articles haut de gamme destinés aux marchés de produits de luxe. Elles s'engagent donc dans une série de stratégies définies par les contraintes et les potentialités du marché, combinant les avantages des deux trajectoires technologiques jusqu'alors opposées dans l'histoire de l'industrialisation. Ainsi, un produit peut être conçu comme un assemblage de modules dont tous les modèles sont standards mais peuvent se combiner entre eux pour former des produits spécifiques. Le fonctionnement interne des entreprises est assoupli, notamment grâce à une formation plus large et ouverte des travailleurs. Le marketing est également amélioré grâce à une concertation plus étroite avec la conception et la fabrication du produit. Enfin, selon les propos de C. Lévi, repris par B. Pecqueur, le territoire peut être considéré comme un « *gisement de compétitivité où les entreprises se rendent de plus en plus compte que leur productivité est largement tributaire de leur environnement immédiat* » [Lévi, 1996, cité in Pecqueur, 2004a, p. 23].

On assiste ainsi à une double révolution des processus de production selon G. Benko et A. Lipietz [Benko, 1992]. La première touche les relations professionnelles et vise à reconstruire ce que le taylorisme avait détruit, c'est-à-dire à réorganiser la gestion des ressources humaines au sein de l'entreprise en revalorisant les savoir-faire des uns et des autres. La seconde touche l'organisation industrielle sur le territoire et vise à

reconsidérer les relations entre les entreprises en privilégiant la constitution de réseaux. Le district industriel ou système productif localisé est donc à nouveau considéré de manière positive par les entreprises et les politiques publiques, d'où l'émergence de nouvelles formes d'organisation productives hybrides au sein desquelles l'usage des technologies, la gestion des compétences et l'organisation des savoir-faire empruntent à la fois des stratégies de la production en série et de la production artisanale, tel que l'avaient prédit, assez justement Piore et Sabel [Piore, 1989].

1.2.6. L'écologie industrielle : une alternative à la 3^{ème} révolution industrielle ?

Comme le souligne B. Pecqueur [Pecqueur, 2004a, p. 22], « *la vaste parenthèse industrialiste ouverte au milieu du 18^{ème} siècle avec la Révolution Industrielle anglaise et confirmée par la Révolution politique française, se referme aujourd'hui* ». Nous sommes d'accord avec cette hypothèse et considérons qu'en raison des enjeux économiques et environnementaux auxquels la société doit répondre, il est devenu urgent d'envisager un changement radical de direction dans nos modes de production et de consommation. En ce sens, nous avançons l'hypothèse selon laquelle nous sommes, aujourd'hui, à l'aube d'une troisième révolution industrielle dont les trajectoires technologiques et organisationnelles constituant les issues possibles ne pourront être dispensées d'une relocalisation, voire d'une territorialisation des activités productives. Comme nous l'avons vu au cours de l'histoire de l'industrialisation en France, les différents choix technologiques ayant consisté à préférer la stratégie de la production en série, principalement, ont été opérés dans des contextes économiques, politiques et idéologiques particuliers [Piore, 1989].

Les enjeux constituant le défi du 21^{ème} siècle sont doubles. Ils relèvent de la pression croissante liée à la globalisation de l'économie sur les entreprises et les territoires d'une part, et de l'impact grandissant de l'activité industrielle, dont la société dans son ensemble attend une prise de responsabilité d'autre part. Concernant la globalisation de l'économie, le contexte actuel impose une modification profonde dans la considération des critères de compétitivité économique des entreprises. Celle-ci ne repose plus uniquement sur des considérations exogènes liées au marché, ou encore sur la maximisation des profits à travers la réduction des coûts de production. Elle intègre également des critères liés à la localisation des entreprises sur un territoire et aux processus de création de ressources et de production d'externalités par les acteurs de ce territoire [Colletis, 2005]. Ainsi, nous ne pensons pas qu'une trajectoire unique pourra être déployée à travers le monde, tel que l'a été le modèle de la production en

série à l'issue de la seconde Guerre Mondiale. Nous soutenons davantage l'idée de B. Pecqueur selon laquelle la mondialisation s'accompagne nécessairement de la notion de diversité, plutôt que d'une tendance générale à l'homogénéisation **[Colletis, 2005]**, diversité des trajectoires socio-économiques et des modèles productifs, se traduisant par une territorialisation. La résolution de la crise liée à la globalisation de l'économie ne passera donc pas, selon nous, par le choix d'une trajectoire technologique unique retenue mondialement, mais par l'acceptation du fait qu'il existe potentiellement autant de trajectoires possibles que de territoires. Par ailleurs, bon nombre d'économistes et de géographes ayant étudié le modèle spécifique des districts industriels s'accordent à penser que ce modèle productif constitue un mode de développement territorial au sein duquel les entreprises parviennent à rester compétitives, notamment grâce à la proximité organisée qui caractérise leur liens **[Colletis, 2004 ; Courlet, 2001a]**. Ainsi, ayant démontré dans le second chapitre de ce travail qu'une symbiose industrielle pouvait être considérée comme une forme particulière de système productif localisé, terme générique utilisé pour définir les districts industriels, nous avançons l'hypothèse selon laquelle le déploiement de symbioses industrielles, telles que nous les entendons dans ce travail, c'est-à-dire, d'approches territoriales et concertées adaptées à chaque contexte, peut constituer une réponse à la crise liée à la globalisation de l'économie. Si la multiplication des démarches d'écologie industrielle ne suffira pas à opérer la modification profonde attendue dans nos modes de production et de consommation de manière à répondre aux enjeux du développement durable, nous pensons cependant qu'elle peut y contribuer localement. Nous sommes cependant conscients qu'un travail d'articulation des différentes approches locales sera nécessaire et constituera l'une de nos perspectives de recherches futures.

Par ailleurs, comme nous l'avons vu précédemment, l'intégration d'une entreprise au sein d'une symbiose lui permet de bénéficier des avantages liés à la complémentarité et aux économies d'agglomération, tels qu'ils sont explicités dans le second chapitre. De plus, la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle permet aux industriels de réduire leurs coûts d'élimination des matières résiduelles et d'approvisionnement à court terme, mais également de réduire, à long terme, leur vulnérabilité financière face à une hausse certaine du prix des matières premières, des ressources fossiles et du coût de traitement des déchets. En ce sens, les symbioses industrielles sont des milieux amortisseurs de conjoncture dont le territoire est « révélé » par l'activation de ressources spécifiques **[Colletis, 2005]**. Ce processus d'activation de ressources contribue à ancrer l'entreprise sur le territoire et à amoindrir sa tentation de délocaliser son activité.

Concernant la responsabilisation des entreprises vis-à-vis de l'impact grandissant de leur activité sur l'environnement, les démarches d'écologie industrielle permettent, selon nous, de répondre en partie à cette problématique. En effet, la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle entraîne une économie de ressources naturelles et évite la génération des impacts relatifs aux procédés nécessaires à l'extraction et à la première transformation de ces ressources, ainsi qu'au traitement des déchets utilisés en substitution des ressources. Les synergies relatives aux flux énergétiques permettent également de limiter la consommation de ressources fossiles, et ainsi réduire la quantité globale de CO₂ émis dans l'atmosphère.

Comme nous venons de le voir, les entreprises françaises semblent disposées, en réponse à la crise post-fordiste, à expérimenter de nouvelles formes d'organisation industrielle leur permettant d'améliorer leur compétitivité face à la concurrence internationale. Or les démarches d'écologie industrielle semblent constituer un modèle de production apportant un certain nombre de réponses à cette crise au double défi, telle que présentée ci-dessus. Cette congruence constitue, selon nous, un contexte favorable au déploiement de l'écologie industrielle en France. Intéressons nous maintenant à la perception de ce nouveau modèle de production par les entreprises, à partir de l'observation de la démarche menée dans le cadre du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, terrain expérimental que nous connaissons particulièrement bien en raison de notre accompagnement dans la constitution de ce Club.

2. L'écologie industrielle du point de vue des entreprises

Le territoire de l'Aube est particulièrement concerné par les conséquences destructives de la crise post-fordiste sur l'industrie française. En effet, historiquement dominé par l'industrie du textile, le département a été marqué par le déclin de ce secteur d'activité sous la pression croissante de la concurrence internationale. Dans le cadre des activités du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, nous avons eu l'occasion de rencontrer de nombreux industriels, notamment à travers la réalisation de métabolismes industriels et de l'analyse de la faisabilité technico-économique des synergies identifiées lors de la phase d'évaluation du potentiel de mise en œuvre du concept sur le département. Les témoignages recueillis nous permettent d'illustrer un certain constat de l'état d'esprit des petites et moyennes entreprises françaises.

2.1. Une sensibilité environnementale peu développée

Tout d'abord, le terme d'« écologie industrielle » est difficilement compréhensible. Un important travail de sensibilisation est nécessaire pour expliciter ce domaine d'application et mettre en évidence les avantages dont pourraient bénéficier les entreprises en intégrant un réseau de symbiose industrielle. De plus, seule la dimension économique intéresse actuellement les entreprises en raison de la pression grandissante à laquelle elles sont soumises. Elles ne considèrent la réduction de l'impact de leur activité sur l'environnement qu'à travers le respect de la réglementation, par ailleurs considérée comme de plus en plus contraignante. Pour reprendre les termes d'un directeur technique d'une entreprise d'ennoblissement textile de l'Aube : *« Mon métier, c'est de teindre du textile et mon souci premier est de faire de la teinture de qualité. Mon métier, ce n'est pas de faire de l'environnement »*. La visibilité de nombreuses petites et moyennes entreprises est à très court terme, leur préoccupation première étant de maintenir leur activité et de clôturer le plus honorablement possible l'exercice financier de l'année en cours. Elles ne sont, de ce fait, pas réceptives aux principes de l'écologie industrielle dont l'application peut nécessiter l'engagement d'investissements à long terme.

2.2. L'écologie industrielle : une préoccupation réservée aux grandes entreprises

Nous avons également pu constater que face à ces contraintes, les entreprises ne disposaient que de très peu de temps pour répondre à nos questions d'une part, et pour envisager de participer à un réseau d'échange d'informations et de réflexion d'autre part. Aujourd'hui, il semblerait que l'écologie industrielle soit une préoccupation réservée aux entreprises de plus grande taille qui disposent de ressources humaines et financières plus conséquentes, et qui semblent moins vulnérables aux conséquences de la crise post-fordiste et à la pression réglementaire croissante. Par ailleurs, les entreprises françaises cotées sur un marché réglementé sont soumises⁷² à l'obligation de rendre compte, au sein de leur rapport annuel, de leur gestion sociale et environnementale au travers de leur activité. Cela les amène inévitablement à explorer de nouveaux concepts leur permettant de réduire l'impact de leurs activités sur l'environnement tout en générant des bénéfices tels que l'écologie industrielle, mais également l'éco-conception, l'économie de fonctionnalité ou encore le recours aux

⁷² En référence à la loi sur les Nouvelles Régulations Economiques n°2001-420 du 15 mai 2001 (article 116).

énergies renouvelables. Pour ne citer que quelques exemples, la première entreprise française à avoir initié des travaux de recherche sur l'écologie industrielle est EDF avec la thèse de Doctorat de Cyril Adoue évoquée ci-dessus et visant l'élaboration d'un outil d'identification de synergies éco-industrielles. Par ailleurs, en se dotant d'un « responsable écologie industrielle », le groupe Lafarge a clairement affiché sa volonté d'intégrer l'écologie industrielle à sa stratégie de développement. Enfin, la société YPREMA, en Ile de France, fabrique notamment des produits de construction à partir de mâchefers d'unités d'incinération et place ainsi l'écologie industrielle au cœur de son métier.

2.3. Des relations interentreprises dans un climat de méfiance

Par ailleurs, la mise en place d'une synergie de substitution ou de mutualisation repose sur une relation de confiance entre les acteurs partenaires. Or, les industriels français n'ont pas l'habitude de travailler ensemble et cultivent une politique du secret et de la non-communication. Dans le cadre des activités du club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, les données collectées ont été analysées par un outil d'identification de synergies d'écologie industrielle développé par Cyril Adoue au cours de sa thèse de Doctorat menée en partenariat avec EDF R&D (il s'agissait d'une thèse Cifre). A cette époque, l'ouverture du marché d'EDF à la concurrence était imminente. A partir du premier juillet 2004, les entreprises allaient pouvoir choisir leur fournisseur d'énergie et, dans ce contexte, elles craignaient d'être liées, de quelque manière que ce soit, à EDF, en leur fournissant des informations sur la nature de leurs flux et notamment sur leurs besoins énergétiques. Un bon nombre d'entreprises a refusé de participer au projet pour ces raisons. Concernant celles qui ont rejoint le projet, des chartes de confidentialité ont été élaborées par EDF R&D précisant que les informations introduites dans le logiciel d'identification de synergies seraient automatiquement détruites à l'issue du travail. Mais ces chartes de confidentialité n'ont pas uniquement été élaborées pour rassurer les entreprises quant à l'usage qu'EDF pourrait faire des informations collectées. En effet, certaines entreprises ne souhaitent pas que ces données puissent être connues d'organismes tels que la DRIRE, d'entreprises spécialisées dans le traitement de déchets ou encore de leurs concurrents.

Les entreprises ont exprimé une certaine méfiance à l'égard de la mise en œuvre de partenariats basés sur l'échange de flux ou sur la mutualisation de leur gestion. Ces partenariats reposent sur la confiance entre les entreprises qui en sont les acteurs [Mirata, 2005b]. Or, des témoignages d'industriels nous amènent à penser qu'un

important travail de mise en relation de ces acteurs à travers un réseau d'échange d'informations et de communication doit être réalisé. Par exemple, une synergie concernant l'échange d'un flux d'acide entre deux industriels a été identifiée lors de l'étude d'identification du potentiel de mise en œuvre de l'écologie industrielle sur le département. L'industriel concerné nous a alors confirmé que celui-ci ne souhaitait pas utiliser un acide de substitution provenant d'un industriel voisin. La synergie lui semblait dangereuse. « *Je ne serai jamais certain de la composition exacte du flux et je ne veux pas prendre de risque* », nous précise-t-il. De même, concernant l'opportunité de mutualiser l'élimination de carton entre plusieurs industriels, l'un d'entre eux s'est montré très méfiant quant à l'honnêteté des potentielles entreprises partenaires, comme en témoignent ses propos : « *et si quelqu'un glisse un déchet radioactif au milieu des cartons, qui sera responsable ? Je ne veux pas me rajouter de contraintes.* ».

Enfin, certains prestataires de gestion de déchets sont très méfiants concernant cette approche car ils se sentent menacés. En effet, la gestion des déchets constitue leur métier et ils craignent que la mise en place de synergies d'écologie industrielle ne concurrence leur activité. Nous pensons au contraire que la création de symbioses industrielles peut générer de nouvelles activités pour ces acteurs car le contexte réglementaire français en matière de gestion des déchets complique considérablement la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle (cf. 1.2.2.1 du chapitre 4). Or ces acteurs sont habilités à transporter ces flux, à les stocker de manière à favoriser la faisabilité quantitative des synergies, voire à les transformer si une opération nécessitant l'intervention d'un procédé industriel est nécessaire pour rendre le flux sortant d'une entreprise utilisable par une autre.

2.4. Quelques exceptions qui confirment la règle ...

Cependant (et heureusement), certaines entreprises du département, une minorité en réalité, sont très favorables et réceptives aux principes de l'écologie industrielle, comme en témoigne la mise en œuvre de l'échange de sable entre une coopérative betteravière et une entreprise de Bâtiment et Travaux Publics. Le sable est un coproduit issu du lavage des tubercules qui, pollué par une graminée indésirable, ne pouvait plus être épandu dans les champs des agriculteurs ou sur les chemins en bordure de champ. La coopérative devait alors gérer ce flux annuel de 12 000 tonnes en moyenne et en payer l'enfouissement. Grâce à la rencontre de ces deux industriels au cours

d'une réunion organisée par le Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, ce sable est aujourd'hui valorisé dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP).

La réalisation de l'étude d'identification du potentiel de mise en œuvre de l'écologie industrielle a également permis de mettre en évidence deux pratiques remarquables menées par des industriels aubois. La première concerne une charcuterie industrielle spécialisée dans la fabrication d'andouillette qui, sur les conseils de l'inspecteur de la DRIRE et à l'initiative de son responsable, a mis en place une installation de traitement des eaux usées et une unité de valorisation énergétique des graisses [Brullot, 2006a]. Les eaux contenant des graisses animales (1200 t/an) étaient jusqu'alors éliminées via une filière très onéreuse : l'équarrissage. Grâce à sa nouvelle unité de traitement, l'entreprise récupère les graisses au PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) élevé et les brûle pour produire la chaleur nécessaire à la cuisson des andouillettes, ainsi que de la vapeur dirigée vers une laverie. La société est en effet équipée d'une laverie industrielle lui permettant de ne plus dépendre d'un prestataire extérieur pour l'entretien des tenues de travail de ses employés. Ce projet a été subventionné par l'ADEME dans le cadre du programme de valorisation des farines animales visant à trouver des filières de substitution à l'équarrissage. L'investissement de l'entreprise est relativement conséquent, mais les gains immédiats lui assurent une rentabilité à court terme : économies d'eau et d'énergie (30% de gaz naturel en moins), suppression des dépenses relatives à l'équarrissage (150 € la tonne) et à l'entretien des tenues de travail du personnel⁷³. Le bilan est également positif du point de vue environnemental. Des ressources non renouvelables sont économisées et des émissions de gaz à effet de serre évitées grâce à l'élimination des graisses et au nettoyage des tenues sur site. La seconde réalisation concerne une distillerie qui, historiquement, fabriquait de l'alcool à partir de betteraves. Pour rester compétitive, elle a progressivement diversifié son activité en régénérant des solvants usés. Puis, en 1995, à l'occasion d'une redistribution des quotas betteraviers sur la région Champagne-Ardenne, la régénération de solvants est devenue son activité principale. Sans cette anticipation, l'entreprise n'aurait pas eu le temps de s'adapter à cette situation difficile et aurait fermé ces portes, laissant potentiellement 80 personnes sans emploi. À la suite de cet événement, le Directeur de l'entreprise a décidé d'aller plus loin dans la démarche de l'écologie industrielle et s'est doté d'une unité de séchage solaire accueillant ses boues industrielles ainsi que les boues de la station d'épuration de la Communauté d'Agglomération de Troyes. Enfin, l'installation d'un incinérateur permettant la valorisation des boues séchées grâce à la serre et fournissant de l'énergie utilisable par

⁷³ Données recueillies auprès de l'industriel.

les colonnes de distillation est en projet et conduirait au bouclage des flux en interne. Cette démarche s'inscrit bien dans une stratégie d'écologie industrielle car elle tend à réduire la consommation de ressources naturelles non renouvelables et limite l'émission de polluants dans la nature. En effet, d'un point de vue global, la régénération de solvants évite la fabrication de solvants neufs et l'élimination de solvants usés. À l'échelle de l'entreprise, le fonctionnement du système tend vers une boucle fermée visant une réduction de la consommation d'énergie. L'entreprise a cependant décidé de retarder le projet d'installation d'un incinérateur sur son site en raison de l'hostilité des riverains rencontrée à l'occasion de l'enquête publique concernant l'implantation de l'unité de séchage des boues. Un important travail de communication et de sensibilisation au projet est actuellement effectué. En attendant, les boues séchées sont compostées et utilisées pour des espaces verts.

Ces entreprises ont joué un rôle moteur essentiel dans la création du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, car ce sont de petites et moyennes entreprises, soumises elles-aussi à la pression croissante de la concurrence internationale d'une part, et de la réglementation d'autre part. Cependant, grâce à ces réalisations, elles ont amélioré leur compétitivité, d'une manière plus ou moins significative selon les applications, et tentent de démontrer, aux autres petites et moyennes entreprises du territoire, l'intérêt pour celles-ci de réfléchir à de nouvelles formes d'organisations productives basées sur la coopération, à considérer la réduction de leur impact sur l'environnement non pas seulement comme une contrainte essentiellement financière et réglementaire, mais comme une opportunité de réduire ses coûts et, plus généralement, à déployer des stratégies sur le long terme.

2.5. Recommandations concernant la sensibilisation des acteurs

Comme nous venons de le voir, sauf exceptions, les entreprises françaises ne sont pas spontanément enclines à la mise en œuvre de l'écologie industrielle, ce qui contribue à expliquer que son déploiement sur le territoire n'en soit pas à un stade très avancé. Selon nous, plusieurs raisons peuvent justifier ce constat. En premier lieu, il n'existe pas d'incitation forte de la part des politiques publiques nationales, comme cela peut être le cas aux Pays-Bas par exemple. Même si une impulsion politique à l'échelle nationale ne suffit pas toujours à la mise en œuvre de symbioses industrielles, comme le précise P. H. Pellenbarg [Pellenbarg, 2002], celle-ci peut conduire à la réforme d'un certain nombre de mécanismes réglementaires et financiers, ainsi qu'à l'élaboration de

politiques publiques, à l'échelle locale, favorisant la création des partenariats et incitant les entreprises à s'orienter vers d'autres solutions concernant l'approvisionnement de leurs ressources et l'élimination de leurs déchets. En second lieu, les acteurs susceptibles d'initier des démarches d'écologie industrielle en France, qu'ils soient publics ou privés, manquent véritablement d'outils leur permettant d'élaborer une stratégie de mise en œuvre en cohérence avec le contexte des territoires français, d'où l'intérêt de développer ici la méthode STRATIS puis d'élaborer, à partir de celle-ci et dans le cadre de travaux futurs, un outil informatique. Enfin, comme nous venons de le voir, la sensibilité environnementale des petites et moyennes entreprises est très peu développée en France. Leur préoccupation est avant tout économique et concerne, en toute logique, le maintien de leur compétitivité de court terme sur des marchés bien souvent mondialisés et où pèse de façon accrue la concurrence. Ils n'abordent la question de la réduction de leur impact sur l'environnement que par la contrainte réglementaire, subissant ainsi les conséquences économiques liées à la hausse des coûts des matières premières et du traitement des déchets. Par ailleurs, leurs relations, lorsqu'elles existent, sont davantage basées sur la méfiance que sur la confiance réciproque, ce qui constitue un frein à leur coopération. Pourtant, grâce à l'expérimentation menée dans le cadre du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, nous pouvons constater que les entreprises ayant « pris le temps » de s'intéresser aux principes de l'écologie industrielle sont rapidement convaincues de l'intérêt de cette démarche et de ses bénéfices potentiels, tant économiques qu'environnementaux, même s'ils restent également sceptiques quant à sa mise en œuvre effective en raison des difficultés inhérentes. Ils disposent de peu de temps à accorder au projet mais sont conscients de l'importance d'adopter une démarche collective et proactive, de manière à réduire leur impact sur l'environnement, tout en améliorant leur compétitivité. Forts de ce constat, il nous semble essentiel, en France, d'accorder une attention particulière à la sensibilisation des acteurs lors de la conduite d'une démarche d'écologie industrielle, de manière à en faciliter, voire à ne pas bloquer, sa mise en œuvre. Mais comment procéder ? Nous proposons ci-après trois recommandations principales.

Un discours ciblé et adapté :

Selon nous, il est préférable de privilégier, dans un premier temps, des rencontres « individualisées », par catégorie d'acteurs, de manière à pouvoir adapter le discours de sensibilisation. Lors de ces premières rencontres, nous conseillons d'explicitier le principe de l'écologie industrielle sans forcément entrer dans le détail théorique et conceptuel du principe. Le message doit être clair et le vocabulaire utilisé, compréhensible et adapté au public. L'écologie industrielle doit être explicitée de

manière opérationnelle, grâce à des exemples mettant en avant les bénéfices économiques et environnementaux. Les acteurs sensibilisés doivent se sentir concernés. Ils doivent pouvoir facilement intégrer le concept et imaginer des applications possibles dans leur domaine. Or ce résultat n'est envisageable que si le discours est parfaitement adapté à leurs contraintes, leurs enjeux et leurs attentes. L'organisation d'un évènement de type séminaire ou conférence, réunissant l'ensemble des acteurs, qu'ils soient publics ou privés, quel que soit leur secteur d'activité, est également importante pour faciliter la rencontre et la communication entre les acteurs, mais elle doit intervenir dans un second temps. Dans le cadre de la démarche menée en Caroline du Nord, aux Etats-Unis, par exemple, la sensibilisation s'est traduite, notamment, par l'organisation d'un grand évènement réunissant le plus grand nombre d'acteurs, au cours duquel les grands enjeux du développement durable ont été présentés, de manière à justifier la nécessité de s'impliquer dans une démarche d'écologie industrielle. Selon la coordinatrice du projet, cet évènement n'était adapté, ni dans la forme, ni dans le contenu du discours transmis. De nombreux acteurs ne se sont pas sentis concernés par le projet car l'écologie industrielle n'a pas été présentée de manière suffisamment concrète et pragmatique [Duret, 2004]. Ils ont donc refusé de participer à la démarche alors qu'ils présentaient des flux intéressants pour la création de synergies. Dans le cadre du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, par exemple, des réunions de sensibilisation sont organisées par petits groupes d'entreprises (environ une quinzaine), généralement proches géographiquement. On parle de « rendez-vous des décideurs » car les acteurs ciblés sont principalement des chefs d'entreprise. En effet, la sensibilisation doit s'adresser, en priorité, aux acteurs industriels disposant d'un pouvoir décisionnel au sein de leur entreprise, de manière à ce que celle-ci soit réellement impliquée et prête à intégrer le principe de l'écologie industrielle dans sa stratégie de développement.

Le concept général de l'écologie industrielle n'est cependant pas le seul élément auquel les acteurs doivent être sensibilisés. Il est également nécessaire de présenter le projet dans sa globalité, d'énoncer les objectifs et résultats attendus, de proposer la méthodologie qui sera employée (collecte des données, organisation de groupes de travail, etc.), et de les informer des éventuelles difficultés à venir et de la manière de les éviter, grâce à la complémentarité de leurs compétences et à leur coopération.

Un évènement convivial :

Les acteurs généralement conviés aux réunions de sensibilisation sont des chefs d'entreprise, des responsables d'exploitation agricole, ou encore des élus, dont les emplois du temps sont très chargés. C'est pourquoi, nous recommandons d'organiser

ces rencontres, si leur durée n'est pas trop longue, en fin de journée, en début de matinée, ou pendant le déjeuner, de manière à ne pas trop amputer leur temps de présence au bureau ou en entreprise. Cependant, de manière à ce que ces évènements ne soient pas trop contraignants, nous pensons qu'il est essentiel de faire de ces réunions des moments de rencontre agréables et conviviaux. Cela peut se traduire par l'organisation d'un petit-déjeuner si la sensibilisation a lieu le matin, d'un déjeuner sous la forme d'un buffet par exemple si elle se déroule pendant l'heure du déjeuner, ou encore d'un cocktail si elle est prévue en fin de journée. Cet aspect est important pour deux raisons. Tout d'abord, soyons honnêtes, cela contribue à convaincre les acteurs ciblés à participer à la réunion de sensibilisation. Ensuite l'échange d'informations et la discussion est rendue plus facile dans ces circonstances que lors d'une réunion durant laquelle les temps de parole sont formellement distribués entre les acteurs. Ainsi, les réunions peuvent être organisées en deux temps. Tout d'abord, de l'information est diffusée de manière formelle, mais tout en favorisant le débat et la discussion. Ensuite, du temps est accordé aux acteurs leur permettant d'apprendre à se connaître, d'échanger, et de créer le contexte social et relationnel favorable à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle. Rappelons par ailleurs que la synergie des sables, mise en œuvre dans le cadre des activités du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube (cf. point 2.4), est née d'une rencontre fortuite des deux industriels à l'occasion d'une réunion organisée dans une ambiance conviviale. De manière à poursuivre notre démarche dans cet état d'esprit, les « rendez-vous des décideurs », évoqués précédemment, débutent par un petit-déjeuner, et s'achèvent par un déjeuner. Entre ces deux temps de convivialité et d'échange, les acteurs sont sensibilisés à l'écologie industrielle, au projet du club, et formés à l'outil Prestéo® détenu par le club et permettant de capitaliser le métabolisme industriel des différentes entreprises participant au projet.

Un évènement récurrent :

La sensibilisation des acteurs ne doit pas constituer un évènement unique. Elle peut se traduire par l'organisation régulière de rencontres, de manière à communiquer d'éventuels résultats et informer les acteurs de l'avancement du projet. Deux conséquences sont attendues : la première concerne la communication entre les acteurs et, à force de rencontres et de discussions, la création du climat de confiance favorable à la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle ; la seconde est le maintien de la dynamique autour du projet. Par ailleurs, si nous insistons sur la nécessité d'organiser, dans un premier temps, des réunions de sensibilisation « individualisées » par catégorie d'acteur, de manière à adapter le discours, nous

devons ensuite permettre la rencontre de l'ensemble des acteurs, qu'ils soient publics ou privés, quel que soit leur secteur d'activité. L'hétérogénéité des participants est nécessaire de manière à développer un langage commun, à les amener à réfléchir collectivement à des problématiques et à mettre en évidence l'existence d'objectifs et de bénéfices partagés, malgré leurs enjeux et contraintes parfois divergents. Par ailleurs, nous pensons que le réseau d'écologie industrielle évoqué dans le point 2.1.2 du chapitre 4 se créera au fur et à mesure des rencontres et des échanges.

Après nous être intéressés à la perception de l'écologie industrielle par les entreprises et avoir élaboré des recommandations concernant leur sensibilisation, nous proposons d'analyser la politique d'aménagement du territoire conduite en France de manière à identifier d'éventuels éléments de contexte favorables à la mise en œuvre de symbioses industrielles.

3. Une politique d'aménagement du territoire favorable à l'émergence de l'écologie industrielle

Dans cette troisième partie de chapitre, nous présenterons l'historique d'un certain nombre de fondements de la politique d'aménagement du territoire en France et tenterons d'explicitier les mécanismes susceptibles de favoriser la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle ou de les freiner. Dans ce second cas, des recommandations seront formulées de manière à contourner ces obstacles. Enfin, nous verrons comment il est possible d'intégrer les principes de l'écologie industrielle au sein des politiques de développement et d'aménagement.

3.1. La naissance de l'aménagement du territoire en France et son évolution

Conscients que de nombreux spécialistes se sont risqués à proposer des analyses chronologiques et historiques de la politique d'aménagement du territoire en France depuis plusieurs décennies⁷⁴, dont les propositions font débat, nous nous sommes

⁷⁴ Lajugie J., Delfaut P., Lacour C. Espace régional et aménagement du territoire, Dalloz – 2^{ème} édition 1985 ; Laborie J.-P., Langumier J.-F., de Roo P. La politique française d'aménagement du territoire de 1950 à 1985, Documentation française, 1985 ; Madiot Y. L'aménagement du territoire, A. Colin, Masson, 1996 ; Deyon P., Fremont A. La France et l'aménagement du territoire, 1945-2015, LGDJ, 2000 ; Merlin P. L'aménagement du territoire, PUF, 2002 ; Caro P., Dard O., Daumas J.-C. La politique d'aménagement du territoire. Racines, logiques et résultats, P.U. de Rennes, 2002.

principalement référés, dans le cadre de ce travail, au livre de J.-F. Drevet qui s'intitule « Aménagement du territoire », édité en 1995, ainsi qu'à l'ouvrage de la Documentation Française de C. Lacour et A. Delamarre « 40 ans d'aménagement du territoire », paru en 2008. Nous aborderons la question de l'évolution de la politique d'aménagement du territoire en France par la mise en évidence de trois phases successives. La première fait référence à une organisation hiérarchique et verticale de la politique, la seconde à une phase de transition « forcée » par des éléments contextuels exogènes et par un mouvement de décentralisation des compétences de l'Etat. La dernière résulte de cette transition et relève davantage d'une organisation horizontale et décentralisée favorable, selon nous à l'émergence de démarches d'écologie industrielle.

3.1.1. L'aménagement du territoire depuis sa création aux années 1970

La politique d'aménagement du territoire en France est née avec la nécessité de reconstruire le pays après la seconde Guerre Mondiale et repose, en premier lieu, sur la position monopolistique de l'Etat, notamment à travers la nationalisation de bon nombre d'entreprises et la centralisation des politiques publiques. Si l'aménagement du territoire a beaucoup évolué depuis sa création, les trois objectifs définis par J.F. Drevet [Drevet, 1995], à savoir la valorisation du territoire, la réduction des disparités et l'adaptation aux mutations économiques, semblent constituer le fil rouge des politiques mises en œuvre [Boureille, 1998]. La volonté de réduire les disparités territoriales constitue le point de départ de la politique d'aménagement du territoire, la France présentant deux grands contrastes structurels auxquels l'Etat souhaitait apporter des réponses. Le premier oppose la ville de Paris, caractérisée par une concentration industrielle et démographique et le reste de la France, que le célèbre géographe Jean-François Gravier qualifie de « désert français » [Gravier, 1958, cité in Lacour, 2008, p30.]. Le second fait référence à la France riche et industrielle se situant au nord de la diagonale Le Havre-Marseille, s'opposant à la France pauvre et agricole, au sud de cette ligne. Cette répartition résulte notamment de la présence, au nord, d'industries lourdes, fortement créatrices de valeur ajoutée et génératrices d'emplois, héritées de la révolution industrielle et de la première moitié du 20^{ème} siècle. Au sud, au contraire, peu d'industries ont été implantées à la quasi-exception de l'activité aéronautique à Bordeaux et Toulouse. La modernisation agricole est par ailleurs beaucoup moins avancée qu'au nord.

Cinq principes fondamentaux caractérisent la politique nationale d'aménagement du territoire [Lacour, 2008] :

- Le principe de répartition ou de redistribution de facteurs générateurs de richesses entre les territoires,
- Le principe de création qui renvoie, par exemple, aux métropoles d'équilibre ou aux districts industriels (explicités ci-après),
- Le principe de réparation, à l'origine de la création de la politique d'aménagement du territoire dont l'objectif était de reconstruire le pays à l'issue de la seconde guerre mondiale,
- Le principe de protection, privilégiant les dimensions environnementales, patrimoniales et culturelles des territoires,
- Le principe de négociation / compensation, faisant référence à l'attribution des subventions.

Ces 5 principes n'ont pas forcément été poursuivis simultanément, mais caractérisent les différentes politiques menées en fonction des besoins du territoire.

Les politiques mises en œuvre visent, dans un premier temps, à considérer le territoire national dans sa globalité à partir d'une organisation urbaine hiérarchisée, l'objectif étant de « *distribuer la croissance de manière plus équitable* » [Boureille, 1998, p329] à travers une série de plans focalisant l'action à des échelles différentes, sans réellement parvenir à trouver une échelle pertinente. Les résultats très positifs du point de vue économique, du déploiement de la production en série, renforcent un contexte particulier caractérisé par une foi sans retenue de la France dans la modernité et les bienfaits du progrès technique. C'est donc naturellement que le déterminisme technologique constitue une solution aux problèmes d'aménagement du territoire rencontrés alors, via le développement d'importantes infrastructures de transport, la délocalisation d'entreprises parisiennes vers les zones les plus sinistrées (politique de zonage) à partir des années 1950, et enfin l'urbanisation.

Cette politique a été mise en œuvre par la définition de plans nationaux successifs, par l'organisation d'institutions spécifiques telles que la Commission Nationale d'Aménagement du Territoire⁷⁵ (CNAT) ou encore le Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire (CIAT)⁷⁶, la définition de normes et la création de fonds adaptés tels que le Fonds de Développement Economique et Social (FDES) ou le

⁷⁵ La CNAT a fonctionné auprès du Commissariat Général du Plan de 1963 à 1975. Composée de hauts fonctionnaires d'Etat, elle était source de propositions et d'idées sur les grands domaines d'aménagement du territoire. A ne pas confondre avec le Conseil National d'Aménagement du Territoire instauré en 1991, ou encore le Conseil National d'Aménagement et de développement du territoire créé en 1995.

⁷⁶ Créé en 1960.

Fonds d'Intervention pour l'Aménagement du Territoire (FIAT). 1963 est par ailleurs une date importante de l'histoire de l'aménagement du territoire car elle correspond à la création de la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale (DATAR), décrite dans l'encadré n°1. Nous n'insistons pas, dans le cadre de ce travail, sur la politique visant la création de villes métropoles (de manière à délocaliser un certain nombre de services publics et privés en province, rendant la population des régions auxquelles les villes appartiennent moins dépendante de la capitale) et de villes nouvelles aux abords de Paris, dont le rôle est d'accueillir l'excédent démographique de la région parisienne. En effet, ces mesures sont suffisamment marquantes dans l'histoire de l'aménagement du territoire en France pour mériter d'être évoquées, mais n'apportent pas d'élément structurant notre propos concernant le déploiement des activités industrielles sur le territoire.

Dans le cadre du VIème plan, effectif de 1970 à 1975, les villes moyennes sont considérées comme « *le relais du développement régional* » selon J. Lajugie [Lajugie, 1974, cité in Boureille, 1998, p. 330]. Grâce à la délocalisation d'entreprises parisiennes dans les zones les plus défavorisées du territoire, l'objectif est de fournir de l'emploi aux populations victimes de l'exode rural en raison de la modernisation des techniques agricoles. De manière à favoriser ce mouvement, un dispositif spécifique visant à décourager l'implantation d'entreprises en région parisienne d'une part, par l'institution d'un agrément préalable, puis à partir de 1960, d'une redevance à acquitter en cas d'acceptation du dossier, a été mis en œuvre. D'autre part, ce dispositif incite la délocalisation et la création d'entreprises en province, grâce à l'attribution de primes au prorata du nombre d'emplois créés. Ainsi, la moitié des 500 000 emplois créés entre 1950 et 1975 l'ont été en province [Lacour, 2008, p. 46]. La ville devient ainsi « *un marché du travail en expansion par le jeu des diversifications industrielles et des productions de masse ne nécessitant pas de savoir-faire complexe* » [Boureille, 1998, p. 330]. Cette tendance engendre cependant des modifications brutales au sein des villes, dont le développement effervescent nécessite une expansion rapide de son urbanisme en périphérie. La question de l'aménagement du territoire se résume ainsi rapidement à de simples opérations d'urbanisme [Lajugie, 1985].

Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale
Extrait du Décret n°63-112 du 14 février 1963 :

« Cette délégation sera un organisme de coordination et d'impulsion. Son rôle sera, à partir des objectifs généraux définis par le plan, de préparer et de coordonner les éléments nécessaires aux décisions gouvernementales en matière d'aménagement du territoire et d'action régionale et de veiller à ce que les administrations techniques ajustent leurs actions respectives dans ce domaine, et fassent converger les moyens dont elles disposent vers des objectifs qui globalement, dépassent l'action et la responsabilité de chacune d'elles : tâche intermédiaire, qui requiert de façon constante la possibilité de recourir à l'arbitrage et à l'autorité du Premier Ministre »

Encadré 1 : La Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régional (DATAR).

La politique d'aménagement du territoire, entre 1950 et 1970, est marquée par son orientation très hiérarchisée et verticale, au sein de laquelle on retrouve un Etat puissant au rôle de mobilisateur et d'organisateur. Si le succès de cette première période fait l'unanimité auprès des spécialistes, J. Lajugie la qualifiant d'« âge d'or » [Lajugie, 1989, p. 17, cité in Boureille, 1998], d'autres évoquant avec nostalgie « le modèle des années 60 » [Lacour, 2008, p. 53], la politique menée entre le début des années 1970 et la fin des années 1980 est loin de faire consensus, comme nous allons le voir à présent.

3.1.2. D'une politique d'aménagement nationale à une planification régionale

Certains considèrent que la période 1970-1990 est caractérisée par l'affaiblissement de la politique d'aménagement du territoire et de la DATAR, remettant en cause la légitimité de l'intervention de l'Etat. D'autres, au contraire, considèrent que la reconnaissance de l'institution régionale, la décentralisation et l'expérimentation de la contractualisation entre l'Etat et les collectivités témoignent d'une avancée remarquable.

Cette période est marquée par l'apparition d'un certain nombre de bouleversements. En premier lieu, la crise industrielle commence à toucher les industries lourdes, remettant ainsi en cause leur capacité à être porteuses de développement territorial. On assiste dès lors à un retournement inattendu de situation. La France du Nord, riche et industrielle, sombre dans le chômage et la crise, alors que la France du Sud, jusqu'alors pauvre et agricole, présente de nouvelles opportunités de développement. S'accompagne, de cette situation nouvelle, une reconsidération de l'aménagement du

territoire « *par le haut* ». C'est ainsi que « *le développement local, appelé plus tard développement territorial, naît* » [Lacour, 2008, p. 55].

Comme nous l'avons vu plus en avant dans ce chapitre, cette crise industrielle trouve une partie de ces racines dans la globalisation de l'économie et l'ouverture des marchés sur l'Europe, visant la constitution du marché commun, ainsi que par les chocs pétroliers de 1973 et 1979. Par ailleurs, la politique nationale d'aménagement du territoire a également été ébranlée par les régions du sud de la France demandant spécifiquement un renforcement de l'action régionale, en prévision des mutations à venir en raison de l'entrée de l'Espagne dans la communauté européenne⁷⁷. A la fin des années 1970, la France semble prendre conscience, par la contrainte, qu'elle n'est pas isolée mais riche en voisins dont la dynamique économique influence le développement. En réponse au problème de compétitivité défaillante des entreprises françaises, la France a mené une politique protectionniste en restreignant les échanges commerciaux, jusqu'à ce que cela ne soit plus possible en raison de la création de l'Organisation Mondiale du Commerce en 1995⁷⁸.

La crise a été perçue beaucoup plus tardivement et lentement qu'elle ne s'est en réalité manifestée. En effet, la réduction des disparités territoriales, observées entre 1970 et 1985, était souhaitée et attendue par la politique d'aménagement du territoire : baisse de croissance de l'Ile de France, des régions industrialisées, et inversement, croissance économique des autres régions. Cependant, les pertes ont été plus importantes que les gains. En réalité, cela annonçait une crise industrielle profonde qui allait entraîner, dans son effondrement, la politique menée par la DATAR depuis les années 1960. En effet, celle-ci reposant sur la solidarité des régions les plus puissantes envers les moins dynamiques, que se passe-t-il si les premières déclinent ? Les projets d'implantation d'entreprises deviennent alors de plus en plus rares et concernent principalement des entreprises de petite taille susceptibles de créer un nombre moins important d'emplois. Progressivement, elles ne parviennent d'ailleurs plus à tenir leurs engagements concernant la création des emplois primés par la DATAR, ce qui engendre une critique de plus en plus sévère de sa politique d'aides régionales, allant jusqu'à remettre en cause la légitimité de son existence en 1985. En effet, dès 1982, la décentralisation, dont nous expliciterons le principe dans l'encadré n°2, attribue aux collectivités de nouvelles compétences en matière de développement économique, leur permettant de

⁷⁷ L'agriculture espagnole est en effet perçue, par les agriculteurs français, comme une menace concurrentielle si l'Espagne intègre la Communauté Européenne. En réalité, son maintien à l'extérieur de la Communauté ne ferait qu'accroître sa compétitivité, car elle serait soumise à des obligations moins strictes, notamment réglementaires.

⁷⁸ Jacques Marseille, dans « Empire colonial et capitalisme français », paru au Seuil en 1984, illustre bien cette tendance de l'industrie française (notamment textile) à se protéger de la concurrence au détriment de son dynamisme et de sa compétitivité.

se substituer à l'action d'aide à la localisation des entreprises de la DATAR. L'aide devient locale et non plus globale. Pour reprendre les termes de J.-F. Drevet, « en matière d'aides, celui-ci (l'Etat) fait du prêt-à-porter alors que la mode est maintenant au sur-mesure » [Drevet, 1995, p. 57].

La décentralisation

La politique de décentralisation vise une meilleure efficacité de l'action publique en rapprochant les centres de décision des citoyens. Ce processus s'est lentement déroulé sur près de deux siècles, entrecoupé de mesures en faveur d'un plus grand centralisme [DGCL, 1997] :

- Décembre 1789 : la commune devient l'institution administrative locale de base.
- Décembre 1789 : création de nouvelles divisions administratives de l'Etat : les départements.
- 1800 : Institution des préfets de département.
- 1871 : Etablissement des Conseils Généraux, élus au suffrage universel direct pour 6 ans. Ils sont en charge des affaires du département, sous la tutelle du préfet.
- Loi de 1884 : la commune devient officiellement une collectivité locale et les Conseils Municipaux sont établis, élus au suffrage universel direct pour 6 ans. Le pouvoir exécutif revient au Maire de la Commune, élu par le Conseil Municipal.
- Constitutions de 1946 puis de 1958 : confirmation du principe de la libre administration des communes et des départements par des conseils élus.
- Juin 1960 : création de 21 circonscriptions d'action régionale. Ce sont des structures locales de l'Etat en charge de la mise en œuvre de mesures de développement économique et social et d'aménagement du territoire.
- Juillet 1972 : création des régions et des Conseils Régionaux, composés de députés et de sénateurs de la région ainsi que de représentants des collectivités locales.
- Mai 1976 : création de la région Ile de France.
- **Lois du 2 mars et du 29 juillet 1982** relative aux droits et libertés des communes, des départements et des régions : les régions deviennent de véritables collectivités territoriales, au même titre que les départements et les communes. Le préfet perd sa fonction d'exécutif et de tutelle de la région et du département, son rôle est diversifié et renforcé. Les collectivités disposent donc de plus de pouvoirs dans les domaines pour lesquels elles sont compétentes.
- **Lois du 7 janvier et du 22 juillet 1983** : transfert des compétences de l'Etat vers les collectivités.
- 1986 : des mesures ont été prises pour améliorer l'efficacité de la décentralisation. Elles concernent la répartition des compétences et la dotation financière.
- Lois d'août 2003 et août 2004 : permet à une collectivité d'expérimenter une compétence dont elle ne dispose pas à priori.

La décentralisation passe également par le renforcement de la démocratie locale incitant la participation des citoyens à la vie locale (lois de février 1992 et février 2002)

Encadré n°2 : La décentralisation.

Parallèlement à cela, la Commission Européenne se dote d'une mission d'aide au développement régional en créant le fonds FEDER le 18 mars 1975, par décision du Conseil. Son objectif est de réduire les disparités régionales en Europe, c'est-à-dire, de permettre, à l'aide de financements de zones éligibles, le rattrapage des régions en retard et de lutter contre le déclin industriel. L'objectif est similaire à celui de la DATAR mais les territoires considérés comme étant prioritaires sont différents selon le point de vue de la France et de la Commission Européenne. Un bras de fer s'engage donc pour l'élaboration de la carte d'éligibilité des zones de reconversion des fonds FEDER entre 1980 et 1994, la carte proposée par la Commission Européenne ne comprenant pas l'ensemble des territoires considérés comme étant prioritaires aux yeux de la DATAR. Cependant, la crise continue de progresser et de plus en plus de zones françaises seraient susceptibles de devenir éligibles. D'un point de vue organisationnel, le règlement d'attribution des fonds FEDER de 1975 prévoit une contractualisation entre la Commission Européenne et les Etats, ce qui confère à l'Europe un rôle passif dont elle ne se satisfait plus. Lorsque ce règlement arrive à expiration, un nouveau projet est négocié en 1985, de manière à ce que la Commission Européenne dispose d'une plus grande marge de manœuvre. Le règlement prévoit alors le versement d'une fourchette d'aide aux Etats, ces derniers ayant la possibilité d'accroître le montant de la subvention en présentant des projets ayant un réel intérêt communautaire. Chaque pays élabore son Programme National d'Intérêt Communautaire, via la rédaction de plans Etat-Région. A partir de 1985, la France se résigne et s'engage dans une politique de coopération avec la Commission Européenne concernant l'aménagement du territoire. Elle prend conscience que la politique européenne est plus efficace que sa propre politique. Ainsi, entre 1985 et 1989, entre 3,5 et 5 milliards de francs des fonds FEDER ont été accordés annuellement à la France, celle-ci disposant alors d'un budget annuel pour sa politique d'aménagement du territoire de 2.5 à 3 milliards de francs **[Drevet, 1995]**. C'est pourquoi, dès 1986, le gouvernement français était favorable à la disparition de la DATAR en raison de son inefficacité avérée ces dernières années et du partenariat prometteur entre l'Etat et l'Europe concernant la question de l'aménagement du territoire. En effet, une véritable triangulaire Etat-Région-Europe s'instaure et va considérablement marquer l'histoire de la politique d'aménagement du territoire en France. Après une négociation s'opérant entre l'Etat et l'Europe, les fonds sont versés aux Régions dont les Préfets sont en relation directe avec la Commission Européenne. Le créateur de la DATAR, Olivier Guichard, alors ministre de l'Aménagement du Territoire arrivera à sauver cette délégation même si, dans les faits, la politique nationale n'est pas relancée pour autant. Peu de moyens financiers sont

accordés et la priorité s'oriente davantage sur les transports. Ce n'est qu'à partir de 1988 que le gouvernement de Michel Rocard place la DATAR sous la tutelle de l'Industrie dont le ministre de l'époque réactive la politique grâce à une augmentation du budget et à une remise en œuvre des instruments financiers.

Cette période marque considérablement une transition entre la politique d'aménagement du territoire, telle que créée dans les années 1960, et la politique actuelle. Sous l'influence de la crise industrielle, de la mondialisation de l'économie, de l'Europe et de la décentralisation amorcée par le gouvernement français, la politique nationale d'aménagement du territoire tend vers une politique de planification régionale, à travers laquelle l'Etat ne recherche plus nécessairement à doter les territoires de facteurs de production en redistribuant les richesses, mais à favoriser l'activation de ressources latentes présentes sur les territoires.

3.1.3. Vers une organisation décentralisée et horizontale de l'aménagement des territoires

A partir des années 1990, la France souhaite reconquérir son territoire et exploiter le peu de marge de manœuvre qui lui reste. Les débats suscités par la ratification du traité de Maastricht l'encouragent à reprendre la main en matière d'aménagement du territoire. Cependant, le trio Etat-Région-Europe est à présent bien imbriqué et la conduite d'actions nationales est difficile. La France va donc s'orienter vers une « *politique du 3^{ème} type* » [Drevet, 1995, p. 130], favorisant la décentralisation de manière à donner plus de compétences aux collectivités d'échelons inférieurs, avec lesquelles la Commission Européenne ne souhaitera pas être en relation directe en raison du trop grand nombre d'acteurs concernés. L'Etat reprend ainsi, indirectement, le contrôle de la politique nationale d'aménagement du territoire. Cette politique constitue un véritable « *changement de modèle* » et se traduit par une volonté de planification d'une part (élaboration des schémas directeurs nationaux routiers et des liaisons ferroviaires à grande vitesse par exemple⁷⁹, planification des implantations universitaires), et d'analyse prospective d'autre part (programmes « Prospective et Territoires » lancé en 1990, « Territoires 2020 » lancé en 2000 et « Territoires2030 » lancé en 2004). La prospective constitue, à partir de 1990, l'une des missions majeures de la DATAR et permet d'inscrire le dialogue et le débat au cœur de l'action publique.

⁷⁹ Révisés dans le cadre de la loi LOADT de 1995. D'autres schémas directeurs nationaux ont par ailleurs été élaborés : de l'enseignement supérieur et de la recherche, des équipements culturels, des voies navigables, des ports maritimes, des infrastructures aéroportuaires, des télécommunications et de l'organisation sanitaire.

Un grand débat a été lancé par le ministre de l'intérieur Charles Pasqua, de manière à mobiliser l'opinion et les élus autour de la question de l'aménagement du territoire. Ce débat, tenu d'octobre 1993 à novembre 1994 et intitulé « la France en 2015 », a connu un large succès médiatique et a permis de mettre en évidence l'ensemble des problèmes d'organisation du territoire. Les lois d'orientation de 1995 puis de 1999, sur lesquelles nous reviendrons plus en détails dans le point suivant, résultent de ce débat. Notons que la dimension européenne est absente de cette loi, ce qui n'empêche pas les coopérations entre l'Europe et les Régions. Cette politique constitue un changement de modèle, comme précisé ci-dessus, en ce sens que le gouvernement doit faire face à la méfiance suscitée par l'intervention passée de l'Etat, considérée comme ayant été trop marquée et à l'origine du ralentissement des mutations économiques de certaines régions, car inadaptée. Dans le cadre de cette nouvelle politique, elle ne peut pas totalement se retirer mais doit être plus discrète et plus respectueuse des marchés. J.-F. Drevet parle alors d'organisation des territoires plutôt que de rattrapage. Si jusque là la politique d'aménagement du territoire était en cohérence avec le découpage administratif, visant une construction spatiale et hiérarchisée au travers de démarches verticales, les lois d'orientation encouragent la coopération transfrontalière, c'est-à-dire transversale aux découpages administratifs du territoire. Par ailleurs, la politique de décentralisation vise à alléger les contraintes hiérarchiques et facilite la coopération interterritoriale et l'action locale.

Dans le point suivant, nous proposons de revenir plus en détails sur ces lois d'orientation dont les fondements nous semblent favorables à la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle.

3.2. De nouveaux instruments législatifs

Le contexte de la décentralisation a généré une multiplication des acteurs dont les rôles sont souvent mal définis. Ainsi, de manière à redonner de la lisibilité à ses actions et dans un souci de régulation des relations territoriales, l'Etat s'est doté de nouveaux instruments législatifs.

La loi LOADT de 1995, dite loi Pasqua :

La première loi d'orientation, votée sous le gouvernement d'Edouard Balladur le 4 février 1995, marque véritablement la relance de la politique d'aménagement du territoire en France. La particularité de cette loi réside tout d'abord dans l'affirmation de

la primauté que la DATAR souhaite donner dorénavant au principe de création avec la juxtaposition du terme de *développement* à celui d'aménagement. Il s'agit en effet de la loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement du Territoire. Elle se caractérise également par l'émergence de la notion de « pays »⁸⁰, favorisant la coopération entre territoires juridico-administratifs. Ce nouveau maillage favorise la prise en compte d'identités culturelles en donnant à des territoires, jusqu'alors morcelés, voire en concurrence mais poursuivant des objectifs communs, une dimension institutionnelle. F. Scherrer et M. Vanier parlent alors de « *culture récente de la gouvernance* » [Scherrer, 1995, cité in Boureille, 1998, p. 334]. Elle permet aux différents acteurs d'un territoire d'élaborer un projet collectivement autour d'une communauté d'intérêts économiques et sociaux, amorçant ainsi un véritable processus d'apprentissage du dialogue favorable à l'émergence de proximités organisées. En ce sens, et à partir de ce qui a été vu précédemment, les pays constituent, selon nous, des territoires propices à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle, en raison de l'identité culturelle sur laquelle repose cette entité, partagée par l'ensemble des acteurs publics élaborant un projet de développement en commun sur la base de la coopération.

Concrètement, les dispositions de cette loi ont été mises en œuvre de manière progressive. Un appel à projet a été lancé et a abouti au soutien de 42 « pays tests », d'autres territoires se sont engagés localement à la définition de leurs projets de développement territorial. Entre 1995 et 1998, une centaine de pays ont été reconnus administrativement et certains d'entre eux se sont engagés dans une contractualisation avec leur Région, de manière à bénéficier d'un soutien financier. On parle alors de « territoires de projets ». Par ailleurs, à travers cette première loi d'orientation, l'Etat réaffirme sa volonté planificatrice en créant le Schéma National d'Aménagement et de Développement du Territoire (SNADT), des schémas directeurs sectoriels, des Schémas Régionaux d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADT) et des Directives Territoriales d'Aménagement (DTA).

La loi LOADDT de 1999, dite loi Voynet :

Votée le 25 juin 1999, la loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement *Durable* du Territoire impulse de nouvelles orientations à la politique des pays et affirme la volonté de la DATAR de répondre au principe de protection, et l'intérêt, certes tardif, de la France pour le développement durable. Cette seconde loi d'orientation vise à

⁸⁰ Il s'agit davantage d'une réaffirmation de cette notion déjà apparue en 1975 lorsque le Comité Interministériel d'aménagement du territoire a décidé de mettre en place une politique de « contrat de pays » qui fixait les modalités de revitalisation économique et démographique des territoires et encourageait les élus locaux à développer des actions collectives.

renforcer la notion de « pays » et son institutionnalisation. Le pays devient ainsi « *l'un des cadres privilégiés de l'action publique en matière de développement économique à l'échelle locale* » [Lacour, 2008, p. 111]. Cette loi confirme également l'attribution de la compétence aménagement du territoire à la Région puisque celle-ci est désormais en charge de la reconnaissance administrative des périmètres des pays. Les procédures relatives à la constitution des pays et à leur contractualisation avec les régions autour d'un projet de territoire, ont été considérablement complexifiées au travers de la mise en œuvre de la loi d'orientation de 1999. C'est pourquoi, ces procédures ont ensuite été simplifiées grâce à la loi « Urbanisme et Habitat » du 2 juillet 2003. En 2007, 341 pays était identifiés. Ces derniers sont sensés être « *porteurs d'un projet de développement durable permettant d'anticiper et d'amortir les effets de crises économiques et sociale dans les bassins d'emploi* » [Lacour, 2008, p. 111]. Ainsi, si les spécificités structurelles et organisationnelles des pays, tels qu'ils étaient définis à travers la première loi d'orientation de 1995, nous permettait de soutenir l'idée selon laquelle ces espaces constituent des territoires propices à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle, la notion de développement durable nouvellement imposée par la seconde loi de 1999 aux projets de territoire ne fait que renforcer notre point de vue.

L'article 26 de la loi Voynet prévoit également l'élaboration, par les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI, cf. encadré n°3) compétents en matière d'aménagement de l'espace et de développement économique, l'élaboration de projets d'agglomération. Il s'agit d'un document de référence qui définit les choix de l'agglomération pour son développement durable à moyen terme (15 ans). Une fois le projet d'agglomération approuvé par le conseil de développement, celui-ci peut faire l'objet d'une contractualisation sous certaines conditions concernant la nature juridique des relations entre les communes impliquées (création ou non d'un EPCI). L'objectif principal du contrat d'agglomération est de définir précisément les modalités de mise en œuvre des actions définies dans le projet de manière à mobiliser des financements publics. Ces actions concernent en premier lieu le renforcement de l'attractivité du territoire en stimulant son développement économique endogène et exogène : implantation de nouvelles entreprises, diversification du tissu économique local, réhabilitation et création de zones d'activités, etc. Un certain nombre d'actions indirectes visent également l'amélioration de l'environnement direct des entreprises via, notamment, l'organisation et la mise en réseau des acteurs économiques, mais également l'amélioration des infrastructures de transport, l'enseignement supérieur et la recherche, le déploiement de réseaux numériques et des TIC⁸¹, et enfin, la mise en

⁸¹ Technologies de l'Information et de la Communication

œuvre de mesures en faveur de l'emploi et de la formation. Dans le cadre de la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle, il nous semble pertinent de s'intéresser à ce mécanisme de planification. Tout d'abord, celui-ci résultant d'un diagnostic économique du territoire, sa consultation permet, lors de la première étape du processus de mise en œuvre d'une symbiose industrielle, de disposer d'informations concernant la situation économique du territoire et de définir des objectifs en cohérence avec les ambitions des principaux acteurs publics en terme de développement futur. Par exemple, si un projet de réhabilitation ou de création de zone d'activité est en cours de réalisation, il peut-être envisageable de s'inscrire dans celui-ci pour la mise en œuvre d'une symbiose. De même, si le projet d'agglomération prévoit la structuration d'un réseau d'acteurs à la fois publics et privés ou encore d'un réseau d'entreprises, celui-ci peut constituer un levier pour la mobilisation des acteurs autour de l'écologie industrielle et leur sensibilisation, s'il est cohérent d'intégrer ce principe au sein de la thématique autour de laquelle le réseau est constitué. Enfin, si le projet d'agglomération est en cours d'élaboration, il peut être intéressant d'y inscrire le principe de l'écologie industrielle. Pour cela, les acteurs constituant le conseil de développement du projet d'agglomération peuvent être intégrés à l'équipe projet. Il peut s'agir de la création d'un éco-parc, de la réhabilitation d'une zone d'activités selon les principes de l'écologie industrielle, voire de l'inscription, au sens global, de l'écologie industrielle dans le projet d'agglomération. Cela peut se traduire, en termes d'actions, par la constitution du réseau d'acteurs, par la programmation d'actions collectives que sont les mises en œuvre de synergies d'écologie industrielle ou la mutualisation de services et d'infrastructures, ou encore le lancement de programmes de recherche. D'un point de vue économique, si ces actions sont inscrites dans le projet d'agglomération, elles peuvent donner lieu à des sources de financement.

L'intercommunalité

Le principe de coopération intercommunale est né d'un besoin de rationalisation des différentes compétences attribuées aux collectivités territoriales dans le cadre de la décentralisation, tout en préservant l'identité communale à laquelle sont attachés les acteurs, tant publics que privés, des territoires. On distingue deux formes principales de coopération intercommunale : les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) et les syndicats mixtes.

- *Les EPCI peuvent être de forme fédérative ou associative. Les EPCI de forme fédérative sont des groupements de communes sur un territoire d'un seul tenant et sans enclave. Communauté de communes, communauté d'agglomération, communauté urbaine ou encore syndicat d'agglomération nouvelle, ces EPCI visent à définir un projet commun de développement urbain et d'aménagement de l'espace. A fiscalité propre, ils se voient versés les ressources fiscales provenant des taxes locales perçues par les communes membres de l'EPCI, et transférées à celui-ci au même titre que les compétences liées (taxe locale d'habitation, taxe foncière sur les propriétés bâties, taxe foncière sur les propriétés non bâties, taxe professionnelle). Ils perçoivent également la dotation globale de fonctionnement (DGF) versée par l'Etat. Les EPCI de forme associative, appelés également syndicats de communes, permettent le regroupement de communes en vue d'assurer, collectivement, la gestion des équipements ou des services publics (distribution de l'eau potable, assainissement, gestion des déchets ménagers et assimilés, chauffage urbain, etc.). Selon la nature des compétences transférées au syndicat de communes, celui-ci peut être un syndicat intercommunal à vocation unique (SIVU), ou multiple (SIVOM).*
- *Les syndicats mixtes sont des établissements publics locaux sans fiscalité propre, leurs ressources provenant principalement des membres adhérents. Ils sont en charge d'une ou plusieurs compétences transférées par leurs adhérents. La différence fondamentale entre les syndicats mixtes et les EPCI réside dans le fait que les syndicats mixtes ne regroupent pas exclusivement des communes.*

Encadré n°3 : Les structures de coopération intercommunale⁸².

Enfin, la loi d'orientation de 1999 se caractérise, comme la précédente, par une forte volonté de planification de la part de l'Etat. Les Schémas de Services Collectifs se substituent au Schéma National d'Aménagement et de Développement du Territoire de 1995 ainsi qu'aux Schémas Directeurs nationaux Sectoriels qui en découlaient. L'approche est différente. Ces schémas privilégient une approche par les services et les usages plutôt qu'une offre d'équipements, l'objectif étant de mieux répondre aux attentes de la société au sein de laquelle se manifestent de nouvelles priorités. Le processus d'élaboration de ces schémas diffère également en ce sens qu'ils reposent sur la consultation régionale et nationale de versions provisoires avant d'éditer les

⁸² Les informations sont issues du site internet officiel édité par la Documentation Française dans le but de fournir une information sur l'organisation générale des politiques publiques et des institutions : www.vie-publique.fr

documents définitifs. Les Schémas Régionaux d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADT) ont également été réformés, ou précisés. Ils visent dorénavant à assurer la mise en cohérence des différents schémas de services à l'échelle de la région et à tracer les orientations générales dans lesquelles s'inscrivent les projets de territoires d'échelle infrarégionale. Par ailleurs, cette loi prévoit également la participation de la France à l'élaboration du Schéma de Développement de l'Espace Communautaire (SDEC)⁸³.

3.3. La politique d'aménagement du territoire aujourd'hui

La politique d'aménagement du territoire a récemment été marquée par la création de la Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires (DIACT), en substitution de la DATAR, le 1^{er} janvier 2006. Ces missions sont similaires à celles de la DATAR, voire renforcées et élargies, notamment grâce à l'intégration, en son sein, des fonctions précédemment assumées par la Mission Interministérielle sur les Mutations Economiques. Ainsi, la DIACT met l'accent sur la cohésion et la compétitivité des territoires. Sa composition est atypique puisqu'elle réunit à la fois des personnels de presque tous les ministères, ainsi que des personnes issues du secteur privé, d'entreprises publiques, voire de collectivités territoriales. La diversité des opinions rencontrées en son sein donne lieu à de riches débats générateurs de créativité. Nous n'aborderons pas, dans le cadre de ce travail, l'étendue des missions et des institutions partenaires de la DIACT. Nous nous intéresserons, en particulier, au mécanisme d'élaboration des contrats de Plan Etat-Région, à la politique d'appui aux systèmes productifs locaux lancée en 1998, ainsi qu'aux deux principaux documents d'urbanisme. Nous tenterons alors de mettre en évidence en quoi ces mécanismes et politiques peuvent constituer des leviers pour la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle sur le territoire français et formulerons des recommandations à destination de l'acteur initiateur, voire de l'équipe projet. L'élaboration d'un Agenda 21 local constitue également un mécanisme d'aménagement du territoire au sein duquel il est pertinent d'intégrer les principes de l'écologie industrielle de manière à en favoriser le déploiement. Cet aspect ayant largement été abordé dans le chapitre précédent (cf. point 1.2.2.2), nous ne l'explicitons pas davantage ici.

⁸³ Cadre de référence commun aux différents acteurs de l'aménagement et du développement du territoire. Démarche intergouvernementale menée en liaison avec la Commission Européenne, à l'initiative de celle-ci et de la France.

3.3.1. Les contrats de plan Etat-Région

Les régions étant compétentes en matière d'aménagement du territoire, les contrats de plan Etat-Région (CPER) constituent un partenariat privilégié entre l'Etat et ces dernières. A travers ce contrat, l'Etat et les Régions s'engagent sur une programmation et un financement pluri-annuel autour d'objectifs communs en matière d'aménagement du territoire. Si ces objectifs s'inscrivent dans le cadre de la politique régionale de l'Union Européenne, les fonds structurels européens peuvent venir compléter les fonds nationaux dans le financement des CPER. Les CPER durent entre 5 et 7 ans et ont été créés par la loi du 29 juillet 1982 portant réforme de la planification. Le premier CPER s'est déroulé de 1984 à 1988, le second de 1989 à 1993, le troisième de 1994 à 1999 et le quatrième de 2000 à 2006. Une nouvelle génération de CPER a vu le jour pour la période 2007-2013. On parle alors de contrats de projets Etat-Région dont le contenu a été précisé depuis la génération précédente de CPER et comprend les trois axes principaux :

- Compétitivité et attractivité des territoires,
- Promotion du développement durable,
- Cohésion sociale et territoriale.

Par ailleurs, la nouvelle génération de CPER s'attache à renforcer et assouplir le dialogue avec les collectivités territoriales. Les départements et les agglomérations peuvent en effet s'associer au dialogue pour la préparation du CPER et une contractualisation directe entre des ministères et des collectivités seront possibles en dehors des contrats de projets. Enfin, une attention particulière est dorénavant accordée aux transports collectifs et l'aménagement du réseau routier est sorti du périmètre du CPER.

Selon nous, ce mécanisme peut constituer une source de financement potentiel d'une démarche d'écologie industrielle car, comme nous l'avons vu au cours du premier chapitre, la mise en œuvre d'une symbiose industrielle permet de répondre, en partie, aux enjeux du développement durable. De plus, elle peut être considérée comme un système productif localisé, comme nous l'avons vu dans le second chapitre, permettant d'accroître la compétitivité et l'attractivité des territoires. Par ailleurs, l'ensemble des collectivités impliquées dans l'élaboration du CPER, et notamment la Région, est susceptible de constituer des parties prenantes de l'équipe projet. Les éléments procéduriers et les critères d'éligibilité concernant la demande de financements, par des acteurs du territoire, ne seront pas détaillés ici mais feront l'objet d'une étude plus approfondie lors de l'élaboration de l'outil informatique. Enfin, le CPER en lui-même

constitue un document dont la consultation est essentielle pour la réalisation du diagnostic territorial et pour la définition d'objectifs de déploiement en cohérence avec les objectifs de développement de la Région.

3.3.2. La politique d'appui aux systèmes productifs locaux (SPL)

Cette politique s'est concrétisée par le lancement d'un appel à projets lancé en 1998 et 1999 par la DATAR. L'objectif de cet appel à projets était d'identifier les réseaux d'entreprises caractérisés par une spécialisation productive, de manière à leur reconnaître le statut de SPL par une labellisation et à leur accorder des financements leur permettant de renforcer leurs liens et les incitant à aborder collectivement le marché en les associant autour de projets porteurs de développement. Sur les 160 projets labellisés depuis 10 ans, une centaine de SPL sont encore actifs en 2008 selon le site internet officiel de la DIACT⁸⁴ sur lequel une liste est par ailleurs téléchargeable.

Il nous semble intéressant de nous intéresser à cette politique dans le cadre de notre travail pour plusieurs raisons. Tout d'abord, comme nous l'avons vu dans le second chapitre, une démarche d'écologie industrielle peut être considérée comme un système productif local. Ainsi, les financements accordés aux entreprises dans le cadre de cette politique peuvent constituer des ressources potentielles dans le cadre d'un projet de symbiose industrielle, à condition que les critères d'éligibilité de la DIACT ne soient pas trop stricts et que celle-ci reconnaisse cette organisation productive localisée comme une forme particulière de district industriel. En effet, un SPL se caractérise, selon la DIACT par :

- Une concentration géographique des entreprises,
- Une spécialisation poussée autour d'un métier et/ou d'un produit,
- Des coopérations se traduisant par une mutualisation des moyens, des outils et des savoir-faire mis en œuvre par les entreprises, de petites tailles principalement.

Ainsi, pour qu'une démarche d'écologie industrielle soit reconnue par la DIACT comme un SPL, il est nécessaire de démontrer que des réseaux d'entreprises répondant au premier et au troisième critère sont susceptibles de présenter de remarquables atouts en matière de compétitivité et d'attractivité des territoires, grâce à la définition et à la poursuite d'un objectif commun visant la création d'une symbiose industrielle. Dans ce cas, les entreprises ne sont pas spécialisées autour d'un métier, ni d'un produit, mais partagent l'ambition d'adopter un mode innovant de gestion des ressources et de déchets, basé sur la création de synergies d'écologie industrielle.

⁸⁴ www.diact.gouv.fr

En second lieu, bénéficier d'un financement de la DIACT constitue une forme de reconnaissance nationale susceptible, par la suite, de constituer un levier important sur les potentiels financements accordés par les collectivités locales.

Enfin, nous pensons que les réseaux d'entreprises répondant aux principes des SPL constituent des territoires favorables à l'émergence de démarches d'écologie industrielle en raison des relations très particulières de confiance et de coopération entre ces entreprises.

3.3.3. Les documents d'urbanisme

Intéressons nous à présent aux deux principaux documents d'urbanisme fixant le cadre et les règles de l'organisation de l'espace, à savoir le Plan Local d'Urbanisme (PLU, ancien POS, Plan d'Occupation des Sols⁸⁵) et le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT, ancien SDAU Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme). Après avoir défini les champs d'application de ces documents ainsi que leurs principaux éléments constitutifs, nous verrons en quoi ils peuvent constituer des leviers ou des freins à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle sur un territoire. Ainsi, des recommandations à destination de l'acteur initiateur seront formulées.

En France, le PLU est le principal outil de planification de l'urbanisme communal voire intercommunal (communauté d'agglomérations ou communauté urbaine). Les petites communes ont généralement recours à une carte communale, sauf si elles sont soumises à de fortes pressions foncières ou à de forts enjeux paysagers et architecturaux (zones littorales, parc naturel régional, zone touristique, etc.). Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) s'adresse, quant à lui, aux groupements de communes et fixe les orientations fondamentales de l'aménagement, compte tenu de l'équilibre qu'il convient de préserver entre les développements urbains, agricoles, et les autres activités économiques. Il définit ainsi les objectifs de diverses politiques publiques en matière d'habitat, de développement économique et de transport. Lorsqu'un SCOT est défini, l'ensemble des communes appartenant au territoire considéré est concerné. Le SCOT est soumis aux lois et aux Projets d'Intérêt Général⁸⁶ (PIG) définis au titre de l'Etat, aux Directives Territoriales d'Aménagement⁸⁷ (DTA), aux

⁸⁵ Le PLU remplace le POS depuis la loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) 2000-1208 du 13 décembre 2000.

⁸⁶ Projet d'intérêt Général : Elaboré par le préfet de département, il vise la prise en compte d'intérêts dépassant le cadre des limites territoriales d'une commune. Il doit présenter un caractère d'utilité publique.

⁸⁷ Document d'aménagement du territoire et d'urbanisme élaboré sous la responsabilité de l'Etat et en association avec les collectivités territoriales et les groupements de communes concernés. Définie par le Code de l'Urbanisme (Article L111-1-1), la DTA permet de formuler des obligations générales ou un cadre particulier concernant l'environnement et l'aménagement du territoire.

Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), aux directives de protection et de mise en valeur des paysages, aux prescriptions d'aménagement des parcs nationaux et de leurs zones périphériques, aux chartes des parcs naturels régionaux et aux schémas de mise en valeur de la montagne et du littoral. Ce document prévaut par ailleurs sur les PLU et cartes communales, sur les plans de déplacements urbains (PDU), sur les programmes locaux de l'habitat (PLH), ainsi que sur les opérations foncières et d'aménagement, les schémas de développement commercial et les autorisations d'urbanisme commercial. De même, concernant les PLU, si autrefois les zones d'activités pouvaient disposer de leur propre document d'urbanisme, à savoir le Plan d'Aménagement de Zone, le PLU, s'il existe, s'y substitue.

L'élément caractérisant véritablement ces documents d'urbanisme est le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD), document politique exprimant le projet de la collectivité ou de l'intercommunalité en matière de développement économique et social, d'environnement et d'urbanisme à l'horizon de 10 à 20 ans. Celui-ci s'accompagne d'un rapport de présentation dont l'objectif est de fournir un diagnostic environnemental et d'explicitier les choix d'aménagement retenus et leur cohérence au regard du diagnostic initial. Le rapport comprend également des prévisions économiques et démographiques du territoire, de manière à préciser ou justifier ses besoins en matière de développement économique, d'aménagement de l'espace, d'équilibre social de l'habitat, de transport, d'équipement et de services. Sans valeur réglementaire, ce document constitue une source d'information pour le public et permet d'interpréter le PADD et son document de mise en œuvre.

Concernant le PLU, le document de mise en œuvre est un règlement. Après avoir défini une carte de la commune ou de l'intercommunalité divisant son territoire en plusieurs zones (urbaines, à urbaniser, agricoles et naturelles et forestières⁸⁸), le règlement décrit, pour chaque zone, les dispositions réglementaires applicables⁸⁹.

Concernant le SCOT, le document explicitant les principes de sa mise en œuvre est un document d'orientation générale (DOG)⁹⁰.

D'un point de vue opérationnel, l'élaboration des PLU et des SCOT repose sur la concertation entre la collectivité, la population, et une diversité d'acteurs publics. Celle-ci survient, dans un premier temps, lors de l'élaboration des études préalables à la

⁸⁸ Pour plus d'informations sur le zonage, nous invitons le lecteur à consulter les articles R. 123-5 à R. 123-8 du Code de l'Urbanisme.

⁸⁹ Selon l'article R. 123-9 du Code de l'Urbanisme.

⁹⁰ Pour plus d'informations sur le contenu du document d'orientation générale, se référer à l'article R-122-3 du Code de l'Urbanisme.

définition du PLU ou du SCOT. Elle vise à recueillir un maximum d'avis de manière à nourrir la réflexion des urbanistes. Dans un second temps, lorsque le projet est défini, celui-ci est à nouveau soumis, pour avis, à un ensemble d'acteurs publics, mais cette fois-ci de manière exhaustive et non plus à leur demande⁹¹. Le projet auquel l'ensemble des avis est indexé est ensuite soumis à enquête publique.

Le dernier élément caractérisant le PLU et le SCOT est leur aspect évolutif de manière à rester en constante adéquation avec le cadre légal, les documents de planification d'un niveau supérieur ou simplement les ambitions et les perspectives d'aménagement de la collectivité.

Quelles recommandations peut-on formuler à l'égard de ces deux principaux documents d'urbanisme ?

Tout d'abord, lors de la conduite d'une démarche d'écologie industrielle, il est recommandé de se référer au PLU et/ou au SCOT de la collectivité sur laquelle s'inscrit le territoire pressenti. Ces documents permettent en effet de fournir un certain nombre d'éléments relatifs à la politique menée par la collectivité, ou par l'intercommunalité dans laquelle la collectivité s'inscrit, en matière de développement économique, d'aménagement de l'espace, d'équilibre social de l'habitat, de transport, d'équipement et de services. Par ailleurs, le rapport de présentation et le document de mise en œuvre accompagnant le PADD constituent une source d'informations concernant les enjeux du territoire en matière de développement économique.

Intéressons-nous maintenant aux éléments contenus dans ces documents d'urbanisme et susceptibles de constituer des freins ou des leviers lors de la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle. Le SCOT prévaut sur les PLU, en ce sens qu'il fixe les orientations générales de l'organisation de l'espace et définit des objectifs globaux d'aménagement à une échelle supra-communale. Cependant, à la différence du PLU, il ne présente pas de caractère réglementaire. Ainsi, il n'est pas opposable aux propriétaires fonciers comme peut l'être le PLU **[Martin, 2006]**. Les propriétaires fonciers auxquels nous portons une attention dans le cadre de ce travail, sont les collectivités ou les structures de coopération intercommunale en charge de l'aménagement et de la gestion des zones d'activités. Ces dernières doivent donc se référer au PLU du territoire sur lequel leur zone d'activités s'inscrit pour toute décision concernant leur développement et leur aménagement. Ainsi, dans le cadre de la

⁹¹ Pour plus d'informations sur la procédure d'élaboration des documents d'urbanisme, notamment concernant les acteurs publics concertés, se référer au Code de l'Urbanisme.

démarche menée dans l'Aube, nous avons constaté que le PLU pouvait constituer un frein à la mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle. En effet, l'expérimentation de la mutualisation de parking et des bassins de rétention des eaux pour la protection incendie sur une zone d'activités troyenne, n'est actuellement pas envisageable en raison des clauses trop restrictives définies dans le POS (ancien PLU). Ainsi, dans le cadre des activités du Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, nous prévoyons de travailler en étroite collaboration avec l'ensemble des parties prenantes en charge de la transformation du POS en PLU de manière à identifier les différentes clauses de ces documents susceptibles de constituer des freins à la mise en œuvre de synergie d'écologie industrielle et proposer des mesures plus favorables.

Enfin, si l'élaboration ou la révision d'un PLU ou d'un SCOT est prévue, concernant le territoire sur lequel la symbiose industrielle est déployée ou est en cours de mise en œuvre, le principe de l'écologie industrielle peut être inscrit dans le PADD grâce au processus de concertation. L'adoption officielle de ce principe comme structurant la politique d'aménagement du territoire et de développement économique, constituerait en effet une remarquable preuve d'institutionnalisation de l'écologie industrielle sur le territoire. Par ailleurs, les documents d'urbanisme étant soumis à enquête publique en raison du principe de concertation auquel répond leur procédure d'élaboration, cela constituerait un excellent levier pour la sensibilisation et l'information des acteurs du territoire, qu'ils soient privés ou publics.

Comme nous venons de le voir, la politique de décentralisation des pouvoirs de l'Etat aux différentes collectivités territoriales, semble favoriser la création de ressources spécifiques. L'Etat ne cherche plus forcément à redistribuer les richesses entre les territoires, tel que s'y était attelée la DATAR dès sa création, mais à permettre à ces territoires de créer de la richesse. La politique d'aménagement du territoire décentralisée et horizontale permet aux collectivités d'agir localement en faveur du développement durable, et les dote des ressources financières nécessaires. Par ailleurs, la politique française d'aménagement du territoire semble favoriser la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle, en ce sens qu'elle repose sur des mécanismes coopératifs entre territoires juridico-administratifs. De plus, la transversalité et la prise en compte du développement durable sont au cœur des processus permettant la définition des politiques de développement, comme en témoignent l'émergence des « pays » à travers la loi Voynet, ainsi que l'élaboration des projets de territoire reposant sur le respect d'un développement durable de celui-ci. Selon nous, l'écologie industrielle peut constituer le cœur d'un projet de territoire, celui-

ci reposant sur un réseau d'acteurs partageant une identité culturelle. Ainsi, les échanges d'informations et la confiance, nécessaires au déploiement de synergies d'écologie industrielle, n'en seront que facilitées. L'objectif commun de développement des acteurs du projet de territoire serait ainsi la mise en œuvre d'une symbiose industrielle, visant la réduction de l'impact des activités économiques sur l'environnement en rationalisant la circulation des flux de matières et d'énergie sur le territoire. Amélioration de la compétitivité des entreprises, création de ressources, développement économique local, amélioration de l'attractivité du territoire, création d'emplois, autant de bénéfices attendus par le déploiement d'une démarche d'écologie industrielle qui, par ailleurs, constituent également les objectifs poursuivis par la politique française d'aménagement du territoire.

L'analyse théorique des mécanismes de planification et d'aménagement du territoire semble favorable à l'écologie industrielle. Cependant, forts de ce constat, il nous paraît légitime de se poser la question de savoir pourquoi le déploiement actuel n'est pas plus avancé en France. Plusieurs éléments peuvent expliquer cet état de fait.

Tout d'abord, le principe même de l'écologie industrielle est un concept encore jeune, apparu au sein de la sphère de la recherche française en 1999 seulement. Du temps est nécessaire pour faire connaître ce concept de la sphère industrielle et politique, d'autant plus que le terme d'écologie industrielle n'est pas véritablement explicite et appelle un réel changement dans nos modes de production et de consommation. Selon nous, son acceptation la plus large et son intégration industrielle et politique devraient être facilitées par l'expérimentation de démarches exemplaires présentant de remarquables bénéfices économiques et environnementaux. Les résultats attendus dans le cadre du projet COMETHE sur les sept territoires français d'expérimentation devraient favoriser le déploiement et la compréhension du principe de l'écologie industrielle et des avantages inhérents à sa mise en œuvre. A titre d'exemple, nous avons été sollicités, depuis le lancement du projet COMETHE, par deux territoires français souhaitant intégrer le consortium alors que la démarche n'en est qu'à ses débuts. Nous sommes conscients qu'au-delà des résultats attendus, cet engouement peut s'expliquer par la volonté des acteurs d'être associés à un projet d'envergure et de notoriété nationale. Ils bénéficieraient ainsi d'un impact médiatique positif concernant leur territoire et seraient présentés comme des acteurs proactifs en matière de développement durable. Cependant, nous restons persuadés que les résultats de ce projet, s'ils sont significatifs, auront un effet « boule de neige » sur l'ensemble du territoire français. En effet, d'autres territoires souhaiteront expérimenter le concept de

l'écologie industrielle, de manière à générer des bénéfices économiques et environnementaux. Par ailleurs, comme nous l'avons démontré au cours du troisième chapitre de ce travail, nous pensons également qu'un manque d'outils stratégiques et méthodologiques adaptés permet de justifier la quasi-absence de démarches d'écologie industrielle en France aujourd'hui. Les résultats de ce travail, ainsi que les outils développés dans le cadre du projet COMETHE devraient, selon nous, apporter des réponses et combler ce vide méthodologique.

Dans un second temps, peut-être que les mécanismes inhérents à la politique d'aménagement du territoire, tels que nous les avons analysés au cours de ce chapitre, ne sont pas si favorables, dans la pratique, qu'ils semblent l'être d'un point de vue théorique. Nous nous intéresserons à cette question dans le cadre de travaux futurs en menant une série d'entretiens avec des acteurs publics, de manière à valider cette hypothèse selon laquelle la politique d'aménagement du territoire nous semble favorable. Il conviendra de confronter nos recommandations d'intégration des principes de l'écologie industrielle aux mécanismes évoqués avec les acteurs en charge de leur élaboration. Par ailleurs, si les documents d'urbanisme ont été identifiés comme une source d'informations incontournable pour la réalisation du diagnostic territorial et pour la définition des objectifs de mise en œuvre, une analyse approfondie du contenu réel de ces documents, sur des territoires aux contextes économiques différents, est nécessaire. Un certain nombre d'enjeux n'a certainement pas été perçu à partir de la simple analyse législative de ces mécanismes et ne pourra être mis en évidence autrement que par une série d'entretiens.

Enfin, la décentralisation des compétences de l'Etat vers les différentes collectivités territoriales conduit à une complexification du découpage juridico-administratif des territoires. On recense pas moins de cinq niveaux d'administrations dans la conduite des politiques publiques en France : l'Union Européenne, l'Etat, les régions, les départements et les communes. Par ailleurs, la gestion d'une compétence n'étant pas forcément la plus efficace à l'échelle de la commune, du département ou de la région, des territoires intermédiaires sont parfois nécessaires de manière à rationaliser l'action et correspondent à l'espace d'influence politique de l'ensemble des collectivités regroupées au sein des différentes structures de coopération intercommunale (collectivités, EPCI ou syndicats mixtes). On parle généralement de « mille-feuille » territorial, car il existe autant de territoires juridico-administratifs que de structures intercommunales aux compétences complémentaires, mais parfois similaires. Il est devenu aujourd'hui très difficile d'identifier « qui fait quoi » en raison de la multiplication des exceptions dans la distribution des compétences, ce qui peut, selon nous, constituer un frein au déploiement des démarches d'écologie industrielle dont l'un des

facteurs de succès réside, comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, dans la composition de l'équipe projet. De manière à faciliter l'identification des acteurs susceptibles de constituer des parties prenantes dont l'intégration à l'équipe projet est recommandée au vu de leurs compétences, une classification des acteurs français est proposée dans le point suivant.

4. Les acteurs publics et leurs compétences

Si la distribution des compétences entre les différents acteurs du territoire est fixée par les différentes lois sur la décentralisation, de nombreuses exceptions rendent la généralisation difficile pour l'élaboration de recommandations. L'objectif de cette quatrième partie de chapitre est de préciser quels sont les acteurs susceptibles de participer à une démarche d'écologie industrielle sur un territoire, en fonction de leurs missions et de leurs compétences.

4.1. Les collectivités territoriales et les structures de coopération intercommunale

Concernant les collectivités territoriales, une catégorie seulement est généralement responsable d'une compétence. Un certain nombre d'exceptions confirme cependant la règle. Des compétences, telles que l'enseignement, peuvent être partagées par différentes collectivités. D'autres peuvent être exercées simultanément, telles que l'attribution des aides aux entreprises, le tourisme, ou la culture. Enfin, certaines compétences reviennent à la collectivité qui s'estime capable d'en assumer la responsabilité, grâce au principe de l'expérimentation introduit par les lois n°2003-704 du 1^{er} août 2003 et n°2004-809 du 13 août 2004 (propriété et gestion des aéroports civils et des ports non autonomes relevant de l'Etat, activités en matière de vaccination, de lutte contre la tuberculose, la lèpre, le SIDA et les infections sexuellement transmissibles, la gestion et la propriété des monuments historiques classés, la protection judiciaire de la jeunesse).

Dans un premier temps, nous présenterons les différentes collectivités territoriales, leurs compétences et leur rôle potentiel dans une démarche d'écologie industrielle. Ensuite, nous proposerons une lecture du territoire permettant à l'acteur initiateur d'identifier les structures de coopération intercommunale dont la participation est, si ce n'est nécessaire, au moins souhaitée, en fonction des compétences dont elles ont la charge.

4.1.1. Les Régions

Le Conseil Régional est l'assemblée délibérante de la Région. Il émet des avis sur les problèmes de développement et d'aménagement sur lesquels il doit obligatoirement être consulté. Le président du Conseil Régional dirige la région en tant qu'organe exécutif. Son mandat est de six ans. Les compétences dédiées du Conseil Régional sont les suivantes :

- Développement économique : la région définit et coordonne l'action économique des collectivités de niveau inférieur. Elle élabore, à titre expérimental et pour une durée de 5 ans, un schéma régional de développement économique fixant les modalités d'attribution des aides financières aux entreprises.
- Gestion des contrats de projet Etat-Région.
- Education et formation professionnelle : formation professionnelle des jeunes ou des adultes à la recherche d'un emploi ou dans le cadre d'une réorientation professionnelle ; fonctionnement et investissement des lycées et gestion du personnel hors enseignants.
- Culture : organisation et financement des musées régionaux.
- Aménagement du territoire et planification : élaboration d'un schéma régional d'aménagement et de développement du territoire.
- Infrastructures de transport et grands équipements : élaboration du schéma régional des infrastructures et des transports.
- Déchets : en charge de l'élaboration du Plan Régional d'Elimination des Déchets Dangereux (PREDD).

Ses compétences en développement économique, en aménagement du territoire et dans l'élaboration du PREDD font de la Région un acteur incontournable pour la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle, tant dans la définition des objectifs du projet et dans l'intégration du principe de l'écologie industrielle aux politiques de développement et d'aménagement, que dans sa capacité à le financer.

4.1.2. Les départements

Le Conseil Général est l'assemblée délibérante du département. Son président est l'organe exécutif du département. Son mandat est de 3 ans. Ses compétences dédiées sont les suivantes :

- Aménagement de l'espace et équipement : gestion de la voirie départementale ; organisation des transports routiers de personnes et des transports scolaires, hors périmètre urbain ; création, équipement et gestion des ports maritimes de commerce et de pêche ; établissement d'un programme d'aide à l'équipement rural ; formulation d'un avis lors de l'élaboration et de l'approbation du schéma régional d'aménagement et de développement du territoire par la région ; aménagement, entretien et exploitation des cours d'eau, lacs et plans d'eau domaniaux transférés aux départements ; élaboration et mise en œuvre d'une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles, boisés ou non.
- Actions sanitaires et sociales : définition et mise en œuvre de la politique d'action sociale et coordination des actions menées sur son territoire (enfants, jeunes, personnes âgées, personnes handicapées, etc.) ; gestion du fond de solidarité pour le logement ; attribution du revenu minimum d'insertion.
- Enseignement : le département est propriétaire des collèges et est responsable de leur construction, équipement et fonctionnement (gestion du personnel hors enseignants).
- Culture : responsable des bibliothèques centrales de prêt, de la gestion et de l'entretien des archives et des musées départementaux ; en charge de l'élaboration d'un schéma départemental de développement des enseignements artistiques dans les domaines de la musique, de la danse et de l'art dramatique, en concertation avec les communes concernées.
- Actions économiques : participation au financement des aides économiques aux entreprises et mise en œuvre de ses propres régimes d'aides avec l'accord de la région qui coordonne sur son territoire les actions concernant le développement économique.
- Déchets : en charge de l'élaboration du Plan Départemental d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés et des Déchets de chantier et du BTP.

Ses compétences en matière de développement économique font du département un acteur ressource essentiel pour la conduite des démarches d'écologie industrielle.

Selon J.-F. Drevet, la coexistence du département et de la région dans le paysage politique français constitue une véritable singularité. Aucun de nos voisins européens ne dispose de structures analogues. Alors que le Royaume-Uni a adopté une échelle administrative intermédiaire entre la commune et l'Etat proche de nos départements, les autres pays ont opté pour la région **[Drevet, 1995]**. Cette singularité est au cœur

des débats menés actuellement au sein du gouvernement français. En effet, si ces collectivités disposent de compétences dédiées aux contenus clairement établis, elles sont également en charge de compétences similaires telles que la culture ou encore le tourisme pour lesquelles des actions sont engagées de manière indépendante. Par ailleurs, c'est également dans un souci de rationalisation et de gain en efficacité de l'action publique concernant les compétences clairement établies qu'un projet de réforme est actuellement engagé. Celui-ci vise la suppression d'un échelon territorial. La question de savoir si la région et le département vont « se rapprocher », fusionner, ou si le département va disparaître au profit d'une gouvernance régionale, n'est pas encore tranchée et suscite actuellement bon nombre de débats.

4.1.3. Les communes

La commune est l'échelon qui a été le moins concerné par la politique de décentralisation. Ces missions ont cependant été élargies. Cette collectivité dispose tout d'abord d'un certain nombre de compétences traditionnelles du maire en tant que représentant de l'Etat au sein de la commune. Le mandat est, rappelons le, de six ans. Ses fonctions sont les suivantes :

- Les fonctions d'état civil,
- Les fonctions d'organisation des élections,
- L'action sociale : gestion des garderies, des crèches, des maisons de retraites, etc.,
- L'enseignement : construction et gestion des écoles primaires,
- Entretien de la voirie communale,
- Aménagement : logements sociaux, assainissement, élimination des déchets ménagers et assimilés, zones d'activités, protection des sites, etc.,
- La protection de l'ordre public grâce au pouvoir de police du maire.

La commune a également hérité d'un certain nombre de compétences décentralisées :

- L'urbanisme : élaboration des Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) explicités dans le point 3.3.3,
- L'enseignement : la commune est propriétaire des écoles publiques primaires et en gère le fonctionnement, en plus de ces compétences traditionnelles.
- Action économique : participe au financement des aides directes aux entreprises et mise en œuvre possible de leur propre régime d'aides avec l'accord de la région qui coordonne l'ensemble des actions inhérentes au développement économique du territoire.

- Ports de plaisance et aérodromes : création, aménagement et exploitation des ports de plaisance, entretien et gestion des aérodromes civils.
- Logement : participe à la définition d'un programme local de l'habitat au sein d'un EPCI, compétences en matière de logement sociaux et d'étudiants (attribution).
- Action sociale : action complémentaire de celle du département à travers les centres communaux d'action sociale (CCAS) qui, notamment, analysent les besoins sociaux de la population et interviennent dans les demandes d'aides sociales.
- Culture : création et gestion des bibliothèques de prêts, des musées et des conservatoires municipaux.

Ses compétences inhérentes à l'aménagement du territoire, à l'urbanisme et à l'action économique font de la commune un acteur essentiel pour la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle sur un territoire. Cependant, devant le nombre remarquablement élevé de communes sur le territoire français, et dans un but de rationalisation et de gain en efficacité de l'action publique, les communes ont la possibilité, voire dans certains cas l'obligation, de créer des structures intercommunales de coopération au sein desquelles elles transfèrent une ou plusieurs compétences (cf. encadré 3). Ainsi, l'ensemble des structures intercommunales (EPCI ou syndicats mixtes) qui, de par leurs compétences, sont susceptibles de constituer des parties prenantes du projet d'écologie industrielle, devront être identifiées

4.1.4. Les structures de coopération intercommunale

Les structures de coopération intercommunale, EPIC ou syndicats mixtes, sont en charge d'une multitude de compétences transférées par les communes. Il existe une grande diversité de structures intercommunales, différentes d'un territoire à un autre, dont les compétences peuvent être variées elles-aussi. Ainsi, pour aboutir à des recommandations concernant l'identification de parties prenantes parmi cette catégorie d'acteurs, nous proposons une lecture du territoire par les compétences.

Parmi les différentes compétences susceptibles d'être transférées à ces groupements intercommunaux, nous proposons ici une liste de celles qui présentent un intérêt dans le cadre d'une démarche d'écologie industrielle⁹² :

- Production et distribution d'énergie :

⁹² Compétences sélectionnées parmi la liste des compétences potentielles des différentes collectivités territoriales et des EPCI : www.interieur.gouv.fr (consulté le 06/11/2008).

- Hydraulique,
 - Production et distribution de l'énergie,
 - Chauffage urbain,
 - Soutien aux actions de maîtrise de l'énergie,
 - Electricité, Gaz,
 - Autres énergies.
- Environnement et cadre de vie :
 - Eau (traitement, adduction et distribution),
 - Assainissement,
 - Gestion des déchets ménagers et assimilés,
 - Autres actions environnementales.
- Politique de la ville :
 - Dispositifs contractuels de développement urbain, de développement local et d'insertion économique et sociale,
 - Rénovation urbaine.
- Développement et aménagement économique :
 - Création, aménagement, entretien et gestion de zone d'activités industrielle, commerciale, ou tertiaire,
 - Création, aménagement entretien et gestion de zone d'activités portuaire ou aéroportuaire,
 - Action de développement économique : soutien des activités industrielles, commerciales ou de l'emploi, des activités agricoles et forestières.
- Aménagement de l'espace :
 - Schéma de cohérence territoriale (SCOT),
 - Schéma de secteur,
 - Plans Locaux d'Urbanisme,
 - Création et réalisation de zone d'aménagement concertée,
 - Organisation des transports,
 - Voies navigables et ports intérieurs,
 - Aménagement rural,
 - Plans de déplacement urbains.
- Autre :
 - Préfiguration et fonctionnement des pays,
 - Acquisition en commun de matériel.

Selon nous, les structures intercommunales susceptibles de constituer des parties prenantes pertinentes pour le déploiement d'une symbiose industrielle, sont en charge d'une ou plusieurs compétences énoncées ci-dessus à l'échelle du territoire pressenti. De manière à les identifier, nous proposons le recours à la base de données BANATIC (BAse NATionale sur l'InterCommunalité), disponible sur le site internet officiel du Ministère de l'intérieur⁹³, rubrique « recherche de groupement ». Celle-ci permet, par localité géographique, de connaître les groupements intercommunaux en charge d'une ou plusieurs compétences, à sélectionner parmi la liste de l'ensemble des compétences qu'il est possible de transférer à ces structures.

L'ensemble de ces acteurs n'est pas forcément à intégrer au sein de l'équipe projet dès l'initialisation de la démarche. En fonction de leurs compétences, ils peuvent intégrer le réseau d'écologie industrielle au fur et à mesure de son institutionnalisation, contribuer à l'analyse de la faisabilité technique d'une synergie, ou encore en financer certains aspects.

A titre d'exemple, les structures intercommunales identifiées à l'aide de cette approche, concernant la conduite d'un projet d'écologie industrielle au sein d'une zone d'activités à Saint-Parres-aux-Tertres, dans l'Aube, sont les suivantes :

- La Communauté de l'Agglomération Troyenne (CAT),
- Le syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable (SIAEP) des communes de Saint-Parres-aux-Tertres / Villechétif,
- Le syndicat départemental d'énergie de l'Aube (S. D. E. A.),
- Le syndicat départemental de distribution d'eau de l'Aube (SDDEA),
- Le syndicat départemental d'élimination des déchets de l'Aube (SDEDA),
- Le syndicat d'aménagement de la vallée de la Seine dans l'agglomération Troyenne (SAVSAT),
- Le syndicat DEPART (en charge de l'élaboration du SCOT).

4.2. Les autres parties prenantes du territoire

Dès la première étape de la mise en œuvre d'une symbiose industrielle, un certain nombre d'acteurs susceptibles de constituer les parties prenantes du projet doit être identifié. Après avoir explicité, dans les points précédents, les collectivités territoriales et les structures de coopération intercommunale en France, intéressons-nous, à

⁹³ www.banatic.interieur.gouv.fr

présent, aux autres acteurs évoqués dans le point 1.1 du chapitre 4. Pour mémoire, il s'agit :

- Des entreprises et réseaux professionnels,
- Des chambres de commerce et d'industrie,
- Des structures de conseil,
- Des agences d'Etat et services déconcentrés,
- De la société civile,
- Des agences de développement économique,
- Des universités et instituts de recherche.

L'objectif de ce chapitre étant de fournir des recommandations spécifiques au contexte français, nous n'aborderons, dans le cadre de ce travail, que les chambres consulaires, les agences d'Etat et services déconcentrés, et les agences de développement économique.

4.2.1. Les chambres consulaires

L'analyse d'expérimentations réalisées à travers le monde nous amène à penser que la participation des chambres de commerce et d'industrie au projet, constitue un facteur de réussite. Selon nous, elles ne sont pas suffisantes en France si l'objectif est de mettre en œuvre des synergies d'écologie industrielle entre l'ensemble des acteurs économiques consommant des ressources et générant des déchets, qu'il s'agisse d'industriels, d'agriculteurs ou encore d'artisans. C'est pourquoi nous nous intéresserons, non pas seulement aux chambres de commerce et d'industrie, mais aux chambres consulaires dont nous allons expliciter, ci-après, le fonctionnement, les missions et les compétences. Rappelons que les trois chambres consulaires aubois sont impliquées dans le Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube, au même titre que le Conseil Général de l'Aube, la Communauté d'Agglomération Troyenne, l'Université de technologie de Troyes et les entreprises.

La chambre de commerce et d'industrie (CCI)⁹⁴

Les chambres de commerce et d'industrie sont des établissements publics administratifs de l'Etat, présidées par des élus. Au service de l'intérêt général, les CCI représentent les intérêts des entreprises industrielles et commerciales auprès des pouvoirs publics. Le réseau des CCI est constitué de 148 chambres locales (communales ou départementales), de 21 chambres régionales (CRCI), de 110

⁹⁴ Les informations proviennent essentiellement du site internet officiel de l'assemblée des chambres française de commerce et d'industrie. www.afci.cci.fr

chambres françaises de commerce et d'industrie à l'étranger (CCIFE), et est fédéré par l'assemblée des chambres françaises de commerce et d'industrie (AFCI).

La mission des CCI est de favoriser le développement industriel et commercial du territoire. Ses actions sont à destination de tous les établissements inscrits au Registre du Commerce et des Sociétés, assujettis à la taxe professionnelle et appartenant à la circonscription de la CCI. Elles s'organisent autour de quatre axes principaux :

- Informer les entreprises,
- Conseiller les entreprises de manière à les aider à résoudre un ensemble de questions liées à leur fonctionnement (création, développement et éventuellement transmission ou radiation),
- Former les acteurs de l'entreprise,
- Aménager le territoire de façon à faciliter l'implantation d'activités nouvelles. Par délégation de compétences des collectivités, la CCI peut être en charge de la gestion d'infrastructures et d'équipements, ainsi que de zones d'activités. Elle contribue ainsi à améliorer la compétitivité des territoires.

Leur financement provient des recettes fiscales (Imposition Additionnelle à la Taxe Professionnelle), de contributions publiques, d'emprunts, et de ressources liées à leurs produits et prestations propres.

L'acteur susceptible de constituer une partie prenante à la démarche d'écologie industrielle est la chambre de commerce et d'industrie locale du territoire sur lequel le projet est mis en œuvre. En effet, à travers leurs missions quotidiennes, les CCI locales peuvent animer des groupes de travail thématiques sur la réglementation par exemple, mais également sur les technologies en matière de protection de l'environnement ou encore sur les systèmes de management environnemental des entreprises. Par ailleurs, elles disposent d'une parfaite connaissance des acteurs du territoire, de leurs enjeux et de leurs contraintes et constitue un relai de qualité auprès des entreprises. Enfin, certaines CCI mettent à disposition des entreprises un outil susceptible de faciliter la recherche de synergies d'écologie industrielle sur le territoire : la bourse aux déchets.

La chambre des métiers et de l'artisanat (CMA)⁹⁵ :

Les chambres des métiers et de l'artisanat sont des structures placées sous la tutelle administrative et financière déconcentrée des préfets. Le réseau des CMA est constitué de 107 chambres départementales, de 21 chambres régionales (CRMA) et est fédéré par une assemblée permanente des métiers et de l'artisanat (APMA).

⁹⁵ Les informations proviennent essentiellement du site internet officiel des chambres de métiers et de l'artisanat : www.artisanat.fr

Complémentaires aux CCI, les chambres des métiers et de l'artisanat s'occupent des petites entreprises et des artisans. Ces missions sont similaires et consistent à soutenir la création d'entreprises et leur développement économique par des opérations de conseil, d'information et de formations. Elles accompagnent également les actions de reprise et de cessation d'activités.

Les CRMA sont régulièrement consultées par les pouvoirs publics concernant les questions relatives au développement de l'artisanat sur le territoire régional. Elles assurent le rôle de représentant des intérêts des artisans auprès de la région.

L'acteur susceptible de constituer une patrie prenante à la démarche d'écologie industrielle est la chambre de métiers et de l'artisanat départementale du territoire sur lequel le projet est mis en œuvre.

La chambre d'agriculture (CA)⁹⁶ :

Les chambres d'agriculture sont des établissements publics administratifs de l'Etat, présidées par des élus. Au service de l'intérêt général, les chambres représentent les intérêts des entreprises agricoles et viticoles auprès des pouvoirs publics. Le réseau des chambres d'agriculture comprend 94 chambres départementales, 21 chambres régionales et est fédéré par une assemblée permanente des chambres d'agriculture. Les missions des chambres départementales reposent sur le conseil, la formation, la recherche, l'expérimentation et le développement local, à destination de l'ensemble des partenaires du monde agricole et viticole. Il s'agit de l'acteur susceptible de constituer une patrie prenante à la démarche d'écologie industrielle. En effet, comme les CCI, les chambres d'agriculture animent également des groupes de travail thématiques et fournissent un certain nombre de conseils aux acteurs agricoles et viticoles sur le recours de techniques présentant un impact moindre sur l'environnement par exemple, ou encore sur la valorisation matière et énergétique de la biomasse. Ils constituent un précieux relais auprès de ces acteurs et disposent d'une parfaite connaissance de leurs enjeux et contraintes.

4.2.2. Les agences d'Etat et services déconcentrés

Les services déconcentrés de l'Etat sont des organismes relevant de l'administration de l'Etat auxquels des compétences ont été transférées dans le cadre de la loi d'Administration Territoriale de la République du 6 février 1992. Il s'agit de services

⁹⁶ Les informations proviennent essentiellement du site internet officiel des chambres d'agriculture : www.paris.apca.chambagri.fr

déconcentrés. A la différence des structures décentralisées, ils sont soumis à l'autorité de l'Etat et ne disposent d'aucune autonomie. Les compétences de ces services, de niveau régional interrégional, départemental ou interdépartemental sont variées et ne seront pas abordées de manière exhaustive dans le cadre de ce travail. Seuls les services dont les compétences justifient, selon nous, la participation à une démarche d'écologie industrielle seront évoqués⁹⁷.

Les centres d'études techniques de l'équipement (CETE) :

Ce service, dont l'échelle géographique de compétences est variable, est placé sous la tutelle du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire. Le CETE intervient notamment dans les domaines de la ville et des territoires (aménagement, urbanisme, habitat, construction, transports) et de l'environnement (eau, bruit, qualité de l'air, milieux naturels, déchets, risques naturels et technologiques). Ainsi, il constitue un acteur opérationnel potentiel de l'équipe projet d'une démarche d'écologie industrielle.

Les Directions Régionales de l'Agriculture et de la Forêt (DRAF) :

Placées sous la tutelle du ministère de l'agriculture et de la pêche, elles ont pour mission de mettre en œuvre, au niveau de la région, la politique nationale de l'agriculture et de la forêt. Participant à la définition et à la mise en œuvre de la politique, notamment, d'aménagement du territoire, la DRAF peut, par des incitations réglementaires ou financières, contribuer à faciliter le déploiement de synergies d'écologie industrielle. En ce sens c'est un acteur essentiel de l'équipe projet si celui-ci vise la mise en œuvre d'une symbiose impliquant des acteurs de la filière bois, de l'élevage, des petites et grandes cultures ou encore de l'industrie agro-alimentaire.

Les Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) :

Placées sous la tutelle conjointe du ministère de l'économie, des finances et de l'emploi et du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, les missions et actions des DRIRE sont multiples, ainsi que ses domaines d'intervention. Nous nous intéresserons en particulier, dans le cadre de ce travail, aux actions menées en matière d'environnement et de développement industriel.

⁹⁷ Les informations proviennent essentiellement des sites internet officiels des ministères auxquels sont rattachés les services déconcentrés.

L'une des missions de la DRIRE est de s'assurer de la maîtrise des impacts des industries ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) sur l'environnement, les biens et les personnes. Or, dans le cadre du contexte réglementaire français, le statut du déchet, défini dans l'article L-541-1 du code de l'Environnement⁹⁸ français rend difficile son utilisation en substitution d'une ressource neuve. En effet, au titre de la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement⁹⁹, l'entreprise recevant le flux de déchet et souhaitant l'introduire dans un procédé industriel devient « traiteur de déchet », son activité étant alors soumise au régime d'autorisation. Ainsi la participation de la DRIRE à l'équipe projet d'une démarche d'écologie industrielle nous semble nécessaire, notamment concernant l'analyse de la faisabilité réglementaire des synergies et leur mise en œuvre. Cependant, la DRIRE est considérée comme un organisme de contrôle et de sanction par les entreprises qui, généralement, ne souhaitent entretenir qu'un minimum de relations avec elle. Pourtant, lorsqu'interrogé sur la question, cet acteur dont l'objectif est de veiller à la réduction de l'impact des activités industrielles sur l'environnement et d'œuvrer en faveur du développement durable est au contraire très réceptif aux démarches innovantes, telles que le déploiement de synergies d'écologie industrielle¹⁰⁰, permettant d'atteindre ce double objectif. En ce sens, la DRIRE constitue, selon nous, un acteur opérationnel incontournable pour faciliter la mise en œuvre de symbioses industrielles.

Concernant le développement industriel, la DRIRE est également dotée d'une mission d'accompagnement des entreprises dans des projets de développement. Elle peut ainsi devenir un acteur financeur potentiel des démarches d'écologie industrielle.

Il est important de noter que ce service déconcentré est sur le point de fusionner, en partie, avec les Directions Régionales de l'Environnement (DIREN) et de l'Équipement (DRE) pour former les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL). En effet, la réforme de l'État visant à constituer le ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire à partir des anciens ministères de l'écologie, de l'équipement et du volet énergie du ministère de l'industrie, s'est accompagnée d'une révision générale des politiques publiques. Celle-ci prévoit ainsi la création des DREAL, intégrant les missions régaliennes relatives au contrôle des installations classées des DRIRE actuelles. Quant

⁹⁸ « Est un déchet au sens du présent chapitre tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. »

⁹⁹ Loi n°76-663 du 19 juillet 1976, codifiée dans le code de l'environnement article L-511-1 et suivants.

¹⁰⁰ Information recueillie lors d'un entretien menée auprès de C. Tord, alors chef de groupe de subdivisions de l'Aube de la DRIRE Champagne-Ardenne, le 26 mai 2004.

aux missions relatives au développement industriel, elles seront transférées dans les Directions Régionales des Entreprises, de la Concurrence et de la Consommation, du Travail et de l'Emploi (DIRECCTE)¹⁰¹.

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)¹⁰²

L'ADEME n'est pas un service déconcentré de l'Etat mais un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle conjointe des ministères de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, et de l'enseignement supérieur et de la recherche. L'ADEME est présente sur l'ensemble du territoire français avec ses délégations régionales. A destination des entreprises, des collectivités, des administrations et des particuliers, ses domaines d'intervention sont les suivants : le changement climatique, les économies d'énergie, les énergies et matières renouvelables, l'air, le bruit, les transports, les déchets, les sites pollués et sols, le management environnemental et les bâtiments. L'ADEME s'appuie sur un réseau important de partenaires (grandes entreprises, collectivités territoriales, associations, organismes homologues à l'étranger) de manière à proposer des interventions sous des formes très diversifiées :

- Orientation, animation et financement de programmes de recherche dans les domaines de l'énergie et de l'environnement,
- Conseil, expertise et soutiens financiers aux entreprises, collectivités et citoyens,
- Elaboration d'outils méthodologiques et diffusion de bonnes pratiques,
- Financement d'aides à la décision, d'opérations exemplaires et de projets contribuant à la maîtrise de l'énergie et à la préservation de l'environnement,
- Formation, information, communication et sensibilisation.

L'ADEME se présente, en premier lieu, comme un acteur susceptible de financer des installations industrielles nécessaires à la mise en œuvre d'une synergie d'écologie industrielle, ou encore des programmes de recherche visant à analyser la faisabilité technique, par exemple, de l'usage d'un flux de déchet en substitution d'une ressource neuve. Par ailleurs, l'ADEME œuvrant dans le but de faire évoluer les comportements, l'intégration des symbioses industrielles dans les bonnes pratiques qu'elle cherche à promouvoir constituerait un véritable levier pour leur déploiement. Le principe de l'écologie industrielle permettrait en effet d'apporter un certain nombre de réponses aux

¹⁰¹ « Adieu DIRE, DIREN ... vive les DREAL ! » Environnement Magazine, Juillet-Aout 2008, n°1669, pp.20-24.

¹⁰² Les informations proviennent essentiellement du site internet officiel de l'ADEME : www.ademe.fr

problématiques sur lesquelles elle se concentre, à savoir les économies d'énergie, les énergies et matières renouvelables, les déchets et le management environnemental. Ainsi, de la même manière que l'ADEME diffuse de l'information et sensibilise les entreprises aux principes de l'éco-conception, elle pourrait également intégrer l'écologie industrielle au sein du panel d'outils et de bonnes pratiques sur lesquels elle communique.

4.2.3. Les agences de développement économique

A l'échelle de la France, l'ensemble des agences de développement économique et des comités d'expansion (108 au total)¹⁰³ constitue un réseau fédéré par le Centre National des Economies Régionales. Ce sont des organismes aux statuts juridiques très diversifiés et aux territoires d'action très variés. On compte en France 21 organismes régionaux et interrégionaux, 55 départementaux et 29 locaux. Ils sont généralement financés par une ou plusieurs collectivités territoriales, voire par les chambres de commerce et d'industrie. Sous la forme d'une association, d'un guichet unique, d'organisme directement rattaché à une collectivité, les agences de développement économique et les comités d'expansion visent la promotion et la valorisation d'un territoire dans le but de favoriser l'implantation d'entreprises nouvelles. Dans l'Aube par exemple, l'agence de développement économique est un guichet unique qui s'intitule Aube Développement. Rattaché à la CCI qui en finance le fonctionnement général, elle reçoit également des financements du Conseil Général de l'Aube, de la ville de Troyes et de la Communauté d'Agglomération Troyenne sur des projets ou des actions ponctuels. En général, les actions sont coordonnées par des agences régionales. En Champagne-Ardenne par exemple, l'agence régionale est la CADEV (Champagne-Ardenne Développement). On trouve ensuite des agences de développement au niveau des collectivités d'échelons inférieurs, à savoir des départements et/ou des communes et groupements de communes, en fonction des besoins du territoire.

Les agences de développement économique locales sont des acteurs essentiels au déploiement des démarches d'écologie industrielle lorsque les synergies identifiées visent la création d'activité nouvelle. Par ailleurs, l'institutionnalisation de l'écologie industrielle sera facilitée par la participation de cet acteur à l'équipe projet, en ce qu'il sera en mesure d'intégrer le principe à la stratégie globale d'expansion économique et d'attractivité du territoire.

¹⁰³ Les informations proviennent nécessairement du site internet officiel du Centre National des Economies Régionales : www.cner-france.com

Les recommandations concernant les acteurs publics en présence sur le territoire, susceptibles de constituer des parties prenantes essentielles aux démarches d'écologie industrielle, ont été établies de manière théorique, à partir des missions et compétences détenues par ces derniers. Dans le cadre de travaux futurs, ces recommandations seront validées par la réalisation d'une série d'entretiens avec ces différentes typologies d'acteurs, de manière à vérifier leur pertinence et leur capacité à être mise en œuvre. Une attention particulière sera accordée à l'identification des enjeux relatifs à la réforme visant la fusion ou le rapprochement des Conseils Généraux et Régionaux, pour ne pas parler de la disparition des Conseils Généraux, ainsi qu'à la fusion des DIRE, DIREN et DRE en vue de la création des DREAL. Par ailleurs, d'autres acteurs dont les compétences ne nous ont pas semblé pertinentes en théorie mais qui, dans les faits, jouent un rôle essentiel à l'échelle locale, pourront également être identifiés à l'issue de ces entretiens.

5. Synthèse du chapitre 5

L'objectif de ce chapitre était de proposer une analyse des éléments contextuels spécifiques à l'organisation politique, industrielle et économique de la France, de manière à proposer des recommandations permettant d'adapter au territoire français la méthodologie de mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle, présentée dans le chapitre précédent.

A travers ce chapitre, nous avons pu constater que le contexte industriel et politique français semble favorable à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle sur le territoire. En effet, une analyse du processus d'industrialisation et des différentes trajectoires technologiques adoptées depuis le 19^{ème} siècle nous a permis de comprendre le mécanisme selon lequel nous sommes parvenus à l'organisation du modèle productif actuel. Ainsi, les principes fondamentaux de l'écologie industrielle, à savoir la rationalisation des flux de matières et d'énergie, l'organisation territorialisée de la production et la coopération des acteurs industriels, ont existé de tous temps dans le paysage productif, de manière plus ou moins dominante. Par ailleurs, après avoir connu une période de prospérité économique et industrielle marquée par le déploiement de la trajectoire technologique de la production en série, la France s'est trouvée confrontée dès la fin des années 1970 à une crise industrielle que certains analystes dénomment la crise « post-fordiste ». Celle-ci résulte principalement de la globalisation de

l'économie qui exerce une pression croissante sur les industriels, en particulier sur les petites et moyennes entreprises. Couplée à la pression grandissante des contraintes réglementaires, notamment en matière de protection de l'environnement et d'une tendance irréversible à la hausse des coûts de matières premières et d'énergie, ainsi que du traitement des déchets, les entreprises rencontrent de plus en plus de difficultés à maintenir leur compétitivité sur les marchés globaux de l'économie. Ce constat nous laisse penser que nous sommes actuellement à l'aube d'une 3^{ème} révolution industrielle et que celle-ci pourrait trouver des réponses, en partie, dans l'organisation plus localisée des activités de production. On assisterait, en effet, à une territorialisation des modèles productifs via, notamment, la mise en œuvre de symbioses industrielles. Cependant, une analyse de la perception de ces contraintes par les petites et moyennes entreprises menées dans le cadre des activités du club d'Ecologie Industrielle de l'Aube nous permet de constater que ces dernières ne semblent pas « prêtes » à opérationnaliser ce nouveau mode de production. Leur sensibilité environnementale semble tout d'abord assez peu développée. Pour la plupart, elles n'envisagent actuellement la réduction de l'impact de leur activité sur l'environnement que par la contrainte réglementaire, se traduisant généralement par une contrainte financière. Elles sont, de ce fait, assez peu enclines à investir du temps et de l'argent dans des activités telles que la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle, qui ne seraient pas directement liées, selon nombre de dirigeants, à leur objectif quotidien, à savoir le maintien de leur compétitivité sur des marchés toujours plus contraignants. Selon nous, ce phénomène est principalement lié à un manque de sensibilisation et d'informations concernant les principes de l'écologie industrielle. De plus, leurs contraintes sont telles que les petites et moyennes entreprises ne parviennent pas à prendre suffisamment de recul pour envisager d'autres solutions, leur permettant à la fois de réduire leur impact sur l'environnement et de maintenir leur compétitivité. D'ailleurs, ces deux notions sont, pour la plupart des entreprises, totalement contradictoires. Ce constat nous a permis de mettre en évidence l'importance de la sensibilisation des acteurs industriels aux principes de l'écologie industrielle et aux bienfaits du travail coopératif. C'est ce qui nous a amené à formuler des recommandations permettant de réussir au mieux cette étape essentielle du processus de mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle sur un territoire français.

Dans le cadre de ce chapitre, nous nous sommes également intéressés à la politique d'aménagement du territoire menée en France, de manière à identifier les mécanismes susceptibles de constituer des freins ou des leviers à la mise en œuvre de symbioses

industrielles. Nous avons pu constater que la politique d'aménagement du territoire a fondamentalement évolué, de sa création à nos jours, d'une démarche très centralisée et hiérarchisée où l'Etat est l'acteur principal et initie des actions verticales, vers une approche beaucoup plus horizontale et décentralisée. Cette évolution s'est produite, notamment, sous l'influence d'éléments exogènes inhérents à la globalisation de l'économie et à la constitution de l'Union Européenne. Cette transition nous semble favorable à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle car l'Etat vise, à travers cette politique, à encourager la coopération interterritoriale et l'action locale, ainsi que la création de ressources spécifiques sur le territoire. La décentralisation des compétences de l'Etat vers les collectivités territoriales présente ainsi une double conséquence.

Tout d'abord, elle permet véritablement de territorialiser les politiques publiques et de mener des actions en cohérences avec les contraintes et les besoins des territoires en matière d'aménagement. La loi Pasqua introduit notamment la notion de projet d'aménagement et de développement des territoires, orienté développement durable grâce à la précision apportée par la loi Voynet. Les démarches d'écologie industrielle peuvent parfaitement s'inscrire dans le cadre de ces projets. Par ailleurs, ces mécanismes législatifs font également émerger de nouvelles échelles d'action telles que les pays et les agglomérations qui, selon nous, constituent des territoires propices à la mise en œuvre de symbioses industrielles, en raison de la coopération entre les acteurs suscitée par l'élaboration d'un projet de territoire. De plus, ces mécanismes législatifs permettent de doter des territoires partageant historiquement une identité culturelle, mais jusqu'alors morcelés par le maillage juridico-administratif traditionnel, d'une dimension institutionnelle, ce qui favorise l'émergence de projets communs. La politique d'aménagement du territoire se traduit également par la mise en œuvre de mécanismes de planification au sein desquels il nous semble pertinent d'intégrer le principe de l'écologie industrielle de manière à en favoriser son institutionnalisation. Il s'agit essentiellement des deux principaux documents d'urbanisme à savoir le Plan Local d'Urbanisme et le Schéma de Cohérence Territoriale. Ces documents constituent par ailleurs une source d'informations non négligeable lors de l'initialisation d'une démarche d'écologie industrielle, notamment concernant le diagnostic économique sur lequel s'appuient ces documents. Leur consultation permet également de définir des objectifs de déploiement en cohérence avec la politique globale de développement et d'aménagement du territoire définie collectivement par les principaux acteurs publics du territoire, grâce au principe de la concertation.

La seconde conséquence de la décentralisation est la complexité avec laquelle les compétences sont transférées aux différentes collectivités territoriales. Si des règles

sont fixées par un cadre législatif, il existe de nombreuses exceptions. Par ailleurs, de manière à rationaliser l'action publique locale, un certain nombre de compétences sont confiées à des structures de coopération intercommunale regroupant plusieurs collectivités et constituant de nouveaux territoires juridico-administratifs, se superposant aux territoires dits « traditionnels » des régions, départements et communes. Face à ce constat, il est aujourd'hui très compliqué d'identifier les acteurs clés d'un territoire en raison de la multiplication et de la superposition des différentes structures résultant de la décentralisation. Or nous avons beaucoup insisté, dans le cadre du précédent chapitre, sur l'importance de la composition de l'équipe projet lors de la mise en œuvre de symbioses industrielles. Ainsi, de manière à faciliter l'identification, par l'acteur initiateur, des acteurs susceptibles de constituer des parties prenantes pertinentes du processus d'écologie industrielle, nous avons ici proposé un certain nombre de recommandations.

Enfin, nous nous sommes intéressés aux principaux mécanismes et éléments constitutifs de la politique actuelle d'aménagement du territoire de manière à identifier d'éventuels freins ou leviers à la mise en œuvre d'une symbiose industrielle. L'élaboration des contrats de projet Etat-Région ainsi que la politique de soutien aux systèmes productifs locaux (SPL) constituent des mécanismes susceptibles de fournir un contexte favorable à l'écologie industrielle, tant du point de vue de la mise à disposition de ressources financières que du contexte organisationnel et relationnel particulier existant au sein d'un SPL.

L'ensemble des recommandations présentées dans le cadre de ce chapitre, à l'exception de la sensibilisation des acteurs, s'appuie sur une analyse théorique de la politique d'aménagement du territoire et des mécanismes financiers, législatifs et organisationnels qui en découlent. Il nous semble important, dans le cadre de travaux futurs, de valider, renforcer voire d'amender ces recommandations à partir d'une série d'entretiens menés auprès des différentes collectivités territoriales et structures intercommunales, des chambres consulaires, des agences de développement économique et des services déconcentrés de l'Etat. Tout d'abord, concernant la pertinence de leur intégration à l'équipe projet, il nous semble nécessaire de comprendre comment se traduit réellement l'exercice d'une compétence sur un territoire. Quels sont les enjeux, les contraintes, les éventuels conflits entre les différents échelons administratifs ? De même, si un certain nombre de recommandations ont été formulées concernant l'intégration de l'écologie industrielle aux mécanismes de planification et d'aménagement du territoire (PLU, SCOT, Agenda

21 notamment), il convient d'étudier ces mécanismes de manière plus concrète et appliquée et de valider ces recommandations auprès des acteurs généralement impliqués lors de leur élaboration, de leur mise en œuvre, ou de leur animation au quotidien.

Conclusion de la seconde partie

La seconde partie de ce travail visait à présenter la méthode de mise en œuvre de symbioses industrielles développée ici. Celle-ci ayant pour vocation d'être adaptée à n'importe quel pays industrialisé, nous avons clairement séparé les éléments constitutifs de la méthode globale (chapitre 4) des spécificités françaises permettant de l'adapter à notre contexte (chapitre 5).

En réponse aux lacunes méthodologiques identifiées dans le chapitre 3 de la première sous-partie, nous nous sommes principalement focalisés, dans le cadre de ce travail sur la nécessité de définir une stratégie de mise en œuvre en adéquation avec le contexte du territoire. L'apport méthodologique de notre travail réside donc principalement dans les deux premières étapes de la méthode proposée, à savoir :

- Etape 1 : Réalisation d'un diagnostic territorial,
- Etape 2 : Définition de la stratégie de mise en œuvre.

Cependant, dans un souci de développer ultérieurement une méthode globale de mise en œuvre de symbioses industrielles voire, de manière à en faciliter le déploiement en France, de réaliser, à partir de cette méthode, un outil informatique à destination de n'importe quel acteur public ou privé, ces deux étapes ont été complétées, de manière plus succincte, par les suivantes :

- Etape 3 : Déroulement du projet,
- Etape 4 : Evaluation du projet.

La troisième étape n'a pas été développée ici en raison de l'existence de nombreuses recommandations et outils actuellement disponibles dans la littérature scientifique et présentés dans le chapitre 3. Ces éléments seront intégrés directement à l'outil informatique lors de sa conception. Par ailleurs, le projet COMETHE, dans lequel nous sommes impliqués, vise notamment à développer des outils manquants actuellement et qui viendront amender ce travail.

Concernant la quatrième étape, nous avons principalement évoqué des pistes de recherches futures permettant d'identifier des critères d'évaluation de la pérennité des démarches et de leur performance en matière de développement durable.

Dans le dernier chapitre, un certain nombre de d'éléments contextuels constituant des freins ou des leviers au déploiement des démarches d'écologie industrielle en France

ont été mis en évidence. Par ailleurs, des recommandations précises ont été formulées concernant notamment les différentes parties prenantes susceptibles d'intégrer l'équipe projet, ainsi que les éléments de la politique d'aménagement du territoire en France favorables à l'écologie industrielle (mécanismes législatifs, financiers, documents d'urbanisme).

CONCLUSION GENERALE

La question à laquelle nous avons tenté d'apporter des réponses à travers ce travail est la suivante : peut-on développer une méthode d'aide à la décision pour la mise en œuvre de démarches territoriales d'écologie industrielle, à savoir de symbioses industrielles, adaptée au contexte français ? Cette question nous est apparue comme étant essentielle au vu du double constat suivant :

- Même si l'écologie industrielle ne permet de répondre qu'en partie aux enjeux du développement durable, elle présente, lorsqu'elle se traduit par le déploiement de symbioses industrielles, de véritables bénéfices économiques susceptibles de maintenir le caractère compétitif des entreprises impliquées, voire de contribuer au développement économique local. De plus, sa mise en œuvre induit une réduction de l'impact sur l'environnement, grâce notamment à l'économie de ressources naturelles et aux traitements de déchets évités par le bouclage des flux.
- Le nombre de démarches déployées à travers le monde reste relativement faible, surtout en France, et peu d'entre elles se caractérisent par l'existence de synergies réelles.

L'objectif de ce travail était donc d'éclairer cette situation paradoxale, d'identifier les raisons pour lesquelles l'écologie industrielle est si peu déployée, et celles pour lesquelles les démarches initiées sont à des stades si peu avancés, de manière à proposer une méthode de mise en œuvre adaptée au contexte français et permettant de dépasser ces limites.

Les hypothèses de départ :

Revenons dans un premier temps sur nos hypothèses de départ, abordées dans la première partie de ce travail. Après analyse, celles-ci se sont révélées constituer effectivement des éléments décisifs dans l'élaboration de démarches d'écologie industrielle. Ainsi, dans le cadre de la seconde partie, nous nous sommes appuyés sur ces hypothèses pour proposer une méthode de mise en œuvre de démarches territoriales d'écologie industrielle.

La première hypothèse consiste à dire que **le facteur humain est au cœur des démarches d'écologie industrielle**. La mise en œuvre de symbioses industrielles est en effet soumise à des facteurs de succès et d'échecs de deux natures distinctes. La première concerne les spécificités techniques des flux à échanger, ainsi que la rentabilité économique du partenariat résultant du déploiement d'une synergie d'écologie industrielle. Cependant, ces aspects ne suffisent pas à garantir le succès de la mise en œuvre d'une synergie d'écologie industrielle, comme le soulignent M. Mirata, L. Boons et L. Baas **[Mirata, 2005b, Boons, 1997]**. Ils mettent en évidence la nécessité de considérer également des facteurs humain et organisationnel.

La seconde hypothèse concerne le caractère territorial des démarches d'écologie industrielle. La première question que nous nous sommes posée portait sur le territoire le plus pertinent pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle : une zone d'activités, une commune, un département, un pays¹⁰⁴, une région, ou encore un espace non délimité par une frontière administrative. Quel que soit le territoire retenu, celui-ci est unique. Il a une histoire culturelle, économique, environnementale et politique que partagent les acteurs publics et privés et qui façonne les relations qu'ils entretiennent entre eux. Un territoire est caractérisé par la nature des activités économiques en présence (agricoles, tertiaires, industrielles, artisanales) et son développement stratégique est lié à un certain nombre de politiques économiques et de mécanismes d'aménagement du territoire. Ainsi, nous avons cherché à montrer que **l'écologie industrielle peut être considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire**. Par ailleurs, à la lumière d'éléments conceptuels empruntés à la théorie de la Proximité, nous pensons qu'il est difficile, voire impossible, de définir le territoire le plus pertinent pour la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle. **Le territoire présente un caractère évolutif et est révélé par le processus même de coordination des acteurs pour le déploiement d'une symbiose**.

La dernière hypothèse fait référence au caractère insuffisant des différents outils et recommandations méthodologiques disponibles actuellement dans la littérature scientifique. Ces éléments sont nombreux, et pourtant, au vu du faible déploiement opérationnel des démarches d'écologie industrielle en France et dans le monde, ils sont insuffisants ou inadaptés. Conscients du caractère unique des territoires sur lesquels les démarches sont mises en œuvre, de par la présence d'acteurs spécifiques, de leurs relations, des activités économiques représentées, des politiques

¹⁰⁴ Selon la définition de la loi LOADDT de 1999.

de développement, etc., nous pensons que **les outils et recommandations existants ne sont pas suffisamment adaptés aux différents contextes des territoires, qui plus est, au contexte français.**

A partir de la validation de ces hypothèses, il a donc été décidé de proposer, dans la seconde partie de ce travail, un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre de symbioses industrielles sur n'importe quel territoire. L'originalité de celui-ci est qu'il repose sur la définition d'une stratégie de mise en œuvre en cohérence avec les spécificités du contexte territorial. Par ailleurs, si l'objet de cette thèse porte essentiellement sur la volonté de faciliter le déploiement de l'écologie industrielle en France, la méthode proposée, que nous avons appelé STRATIS, a été construite et présentée de telle sorte qu'elle puisse également être appliquée dans d'autres pays industrialisés. Dans ce cas, un travail similaire à celui qui a été réalisé ici pour adapter STRATIS aux spécificités de la France devra être mené.

Bilan des travaux :

Les deux parties constitutives de ce rapport sont à la fois autonomes et complémentaires. La première (chapitres 1, 2 3) vise essentiellement à énoncer la problématique dans laquelle notre travail s'inscrit et à présenter nos hypothèses de départ, de manière à répondre à cette problématique. La seconde s'appuie sur ces hypothèses et vise à développer une méthode globale de mise en œuvre de symbioses industrielles (chapitre 4), adaptée notamment au contexte de la France (chapitre 5).

De manière à positionner nos travaux, nous nous sommes tout d'abord attachés, dans le **premier chapitre**, à présenter, d'un point de vue conceptuel et opérationnel, ce qu'on entend par écologie industrielle. Nous avons ainsi montré que, si au sein de la communauté scientifique, deux visions s'opposent, nous partageons l'idée de John Ehrenfeld selon laquelle le facteur humain est au cœur des démarches d'écologie industrielle **[Ehrenfeld, 1997a]**. En effet, la seconde vision, véhiculée par B. Allenby est essentiellement fondée sur l'optimisation systémique d'une société hyperindustrielle et reposant sur les mécanismes de marché **[Allenby, 1999]**. Cette approche conduit à une artificialisation très poussée de la nature et semble s'apparenter au principe de la durabilité faible.

D'un point de vue opérationnel, nous avons également mis en évidence l'existence d'une confusion au sein de la communauté scientifique quant à l'objet d'étude. Au regard des différentes définitions de l'écologie industrielle, il semblerait que sa mise en œuvre opérationnelle puisse se traduire par de multiples actions telles que l'économie de fonctionnalité, l'éco-conception, le recours aux énergies renouvelables ou encore le bouclage des flux de matières et d'énergie. Nous avons alors précisé et justifié l'objet auquel nous nous intéressons dans cette thèse, à savoir la mise en œuvre de symbioses industrielles. Celles-ci reposent sur le bouclage de flux entre acteurs industriels géographiquement proches et constituant ainsi un réseau.

Enfin, nous nous sommes intéressés à la contribution de l'écologie industrielle au développement durable de nos sociétés. En considérant cette notion à travers la mise en œuvre de symbioses industrielles, nous sommes conscients que celles-ci visent, en premier lieu, à optimiser localement la gestion des flux de matières et d'énergie de manière à répondre, avant tout, à des objectifs localisés de productivité et de compétitivité. Cependant, elles ne remettent pas en cause le paradigme économique dominant basé sur la consommation et la production de masse et ne sauraient, à elles seules, répondre aux enjeux du développement durable.

Après avoir positionné nos travaux d'un point de vue conceptuel et opérationnel, nous nous sommes intéressés, dans le cadre du **second chapitre**, au caractère territorial des symbioses industrielles, après avoir rapidement proposé une définition et un inventaire des expérimentations. Si les éléments conceptuels énoncés dans le premier chapitre nous ont permis d'aborder de manière succincte notre première hypothèse concernant l'importance du facteur humain et organisationnel dans les démarches d'écologie industrielle, c'est véritablement dans le second chapitre que celle-ci, ainsi que la suivante, ont été validées. La mise en œuvre de symbioses industrielles relève donc véritablement de démarches territoriales qui peuvent être considérées comme des stratégies d'aménagement du territoire. Qui plus est, nous avons montré qu'une symbiose industrielle pouvait être considérée comme une forme particulière de système productif local (SPL), constituant ainsi un mode de développement territorial assimilable à une spécification, susceptible de constituer un critère d'attractivité du territoire. Par ailleurs, grâce à la théorie de la Proximité, nous avons également montré que le territoire le plus pertinent pour la mise en œuvre d'une démarche d'écologie industrielle est en réalité le territoire qui sera révélé par le processus de coordination des acteurs impliqués. Celui-ci sera nécessairement à l'intersection d'autres territoires sociaux, politiques ou encore juridico-administratifs et devra recourir à une forme adaptée de gouvernance territoriale. Ces enseignements nous semblent essentiels et

constitueront des éléments fondateurs de la méthode de mise en œuvre de symbioses industrielles développée dans la partie suivante (intégration des principes de l'écologie industrielle dans les mécanismes de planification et d'aménagement, définition d'objectifs en cohérence avec la stratégie du territoire en matière de développement économique, etc.).

Dans le cadre du **troisième chapitre**, nous nous sommes focalisés sur le questionnement relatif à notre dernière hypothèse concernant le caractère insuffisant des outils et recommandations méthodologiques disponibles actuellement dans la littérature scientifique de manière à positionner l'apport de notre travail.

Tout d'abord, de manière à présenter un état de l'art de ces éléments dispersés dans la littérature, nous avons proposé un processus décisionnel global les regroupant, les ordonnant et les synthétisant. Par ailleurs, nous avons formulé trois recommandations d'ordre général constituant, selon nous, des facteurs de succès des démarches d'écologie industrielle, recommandations qui constituent autant d'éléments fondateurs de la méthode de mise en œuvre développée dans la seconde partie. Elles concernent la création d'un contexte organisationnel et social favorable à l'échange de flux, l'implication des acteurs publics et la nécessaire pérennisation des démarches au-delà d'un simple projet borné dans le temps. Au regard des travaux menés dans ce champ particulier, il nous a semblé essentiel de distinguer ce qu'on entend par « méthode », ou « méthodologie », de ce que l'on appelle « stratégie ». Nous considérons en effet que la méthode est déconnectée de toute stratégie globale et propose un certain nombre d'outils et de recommandations décontextualisés. La stratégie, au contraire, vise à atteindre un but précis qui, dans notre cas, consiste à mettre en œuvre une symbiose industrielle sur un territoire. Il nous semble, après analyse, que l'essentiel des éléments disponibles aujourd'hui appartienne à la catégorie des méthodes ou des outils, insuffisants par ailleurs. Bon nombre de questions restent encore sans réponse concernant le déploiement d'une symbiose et, selon nous, les réponses relèvent principalement de la stratégie de mise en œuvre.

Nous avons donc cherché à identifier, dans un second temps et à travers l'analyse de 7 expérimentations, l'existence d'une stratégie « universelle » ou « idéale » qu'il suffirait de reproduire sur n'importe quel territoire, de manière à garantir le succès d'une démarche d'écologie industrielle. En réalité, nous soutenons l'hypothèse selon laquelle celle-ci n'existe pas. Chaque projet analysé, selon une grille de lecture créée pour les besoins de ce travail, a déployé une stratégie différente en termes, notamment, de composition de l'équipe projet, de financement, ou encore d'échelle territoriale. Pourtant, celles-ci ont conduit à l'identification, voire à la mise en œuvre, de

synergies d'écologie industrielle et sont en voie, pour la plupart, de pérennisation. La grille de lecture utilisée nous a permis de réaliser une analyse à deux niveaux :

- Grâce au premier niveau, nous avons pu conclure sur le fait qu'il n'existe pas de stratégie « universelle ». Celle-ci doit être construite en cohérence avec le contexte politique, économique, environnemental et organisationnel du territoire. Trois types de stratégies ont par ailleurs été mises en évidence : les stratégies verticales ascendantes (à l'initiative des acteurs de terrain), les stratégies verticales descendantes (à l'initiative des acteurs publics) et les stratégies horizontales (à l'initiative d'un acteur de la recherche par exemple, ou d'un réseau mixte d'acteurs). Les principales caractéristiques de ces stratégies ont également été précisées.
- Le second niveau nous a permis, à partir des cas étudiés, de dégager des généralités entre des éléments de contexte particuliers et le type de stratégie à privilégier.

L'enseignement principal du chapitre 3 réside dans le fait que, si de nombreux outils et méthodes sont actuellement disponibles dans la littérature scientifique, l'usage de ces derniers ne garantit pas le succès d'une démarche d'écologie industrielle. Celle-ci doit nécessairement être déployée selon une stratégie adaptée au contexte du territoire. C'est pourquoi, dans le cadre de la seconde partie visant à proposer une méthode globale de mise en œuvre de symbiose industrielle, nous nous sommes principalement focalisés sur la nécessité de réaliser un diagnostic territorial avant toute démarche, ainsi que sur la définition d'une stratégie en fonction de ce diagnostic. Ces éléments ont été abordés dans le **quatrième chapitre** de ce travail. Celui-ci vise à présenter la méthode globale, que l'on peut également qualifier d'outil d'aide à la décision, pour la mise en œuvre d'une symbiose industrielle sur un territoire d'un pays industrialisé. Cette méthode s'appelle STRATIS (STRATegy for Industrial Symbiosis) et comprend 4 étapes successives :

- Etape 1 : Réalisation d'un diagnostic territorial,
- Etape 2 : Définition de la stratégie de mise en œuvre,
- Etape 3 : Déroulement du projet,
- Etape 4 : Evaluation du projet.

Le diagnostic territorial repose sur une analyse du contexte politique économique, social, organisationnel et environnemental du territoire, à deux échelles distinctes : à l'échelle du territoire pressenti pour la mise en œuvre de la démarche, et à une échelle plus large. L'objectif est d'identifier les spécificités susceptibles de constituer des freins ou des leviers lors du déploiement du projet. En parallèle, cette première étape comprend également l'identification et la caractérisation des parties prenantes potentielles de la démarche. Nous proposons une liste de critères permettant d'identifier, sur un territoire, les acteurs susceptibles de contribuer favorablement au succès de la démarche en intégrant l'équipe projet. Une grille d'analyse permettant une classification de ces acteurs en fonction du rôle qu'ils sont susceptibles d'endosser (porteur, coordinateur, opérationnel, financeur), à partir de leur mission ou de leurs compétences, a ensuite été construite. Par ailleurs, conscients que le succès des démarches d'écologie industrielle repose principalement sur des facteurs organisationnels et relationnels, nous proposons également une grille de caractérisation des acteurs permettant d'identifier ceux qui disposent des qualités requises pour endosser les rôles de porteur et de coordinateur, à savoir la légitimité, le pouvoir et l'intérêt. Pour cela, nous nous sommes inspirés du corpus de la théorie des *stakeholders*, de manière à proposer une classification des acteurs en huit catégories en fonction des attributs dont ils disposent. Selon leur appartenance à l'une ou l'autre de ces catégories, le fait de leur accorder le rôle de porteur et/ou de coordinateur constitue des facteurs de succès ou d'échec de la démarche d'écologie industrielle.

La seconde étape vise à définir la stratégie de déploiement de la symbiose en cohérence avec le contexte du territoire en question. On entend par stratégie la constitution de l'équipe projet, la définition de l'échelle initiale à laquelle mener la démarche (conscient que le territoire va ensuite évoluer par le processus de coordination des acteurs), le plan d'animation et de communication, l'organisation générale et la planification du projet. Il nous semble essentiel de définir ces éléments le plus en amont possible, avant la recherche de financements, de manière à élaborer un budget prévisionnel « au plus juste » et en tenant compte des partenariats potentiels, permettant de limiter le risque lié à l'arrêt du projet pour cause de manque de financement, comme c'est souvent le cas. Ces interruptions sont en effet très néfastes à la dynamique indispensable pour la conduite et la pérennisation des démarches.

La troisième étape n'a pas été développée en raison de l'existence de nombreuses recommandations et outils actuellement disponibles dans la littérature scientifique. Par ailleurs, le projet COMETHE, dans lequel nous sommes impliqués, vise notamment à développer de nombreux outils qui viendront alors amender ce travail.

Enfin, à propos de la quatrième étape visant à évaluer le projet, nous avons principalement proposé des pistes de recherches futures permettant d'identifier des critères d'évaluation de la pérennité des démarches et de leur performance en matière de développement durable. Ces aspects seront davantage détaillés lorsque nous aborderons les perspectives de recherche après thèse.

Le **dernier chapitre** de ce travail visait à proposer une analyse des éléments contextuels spécifiques à l'organisation politique, industrielle et économique de la France, de manière à compléter la méthode globale proposée dans le chapitre 4 et l'adapter au contexte français.

Nous avons ainsi pu constater, à travers ce chapitre, que le contexte industriel et politique français semble favorable à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle sur le territoire. L'analyse de l'histoire de l'industrialisation de la France depuis le 19^{ème} siècle à nos jours nous laisse penser que nous sommes actuellement à l'aube d'une 3^{ème} révolution industrielle et que celle-ci pourrait trouver des réponses, dans la territorialisation des modèles productifs via, notamment, la mise en œuvre de symbioses industrielles. Cependant, une évaluation de la perception de l'écologie industrielle menée auprès des petites et moyennes entreprises du département de l'Aube nous permet de constater que ces dernières ne semblent pas « prêtes » à opérationnaliser ce nouveau mode de production, en raison principalement de leur manque de sensibilisation environnementale. Ils n'envisagent, pour la plupart, la réduction de leur impact sur l'environnement que par la contrainte réglementaire, celle-ci se traduisant généralement par la contrainte financière. Ainsi, ce constat nous a permis de mettre en évidence l'importance de la sensibilisation des acteurs industriels aux principes de l'écologie industrielle et aux bienfaits du travail coopératif.

La mise en œuvre de symbioses industrielles pouvant être considérée comme une stratégie d'aménagement du territoire, nous nous sommes intéressés à la politique menée en France en la matière, de manière à identifier les mécanismes susceptibles de constituer des freins ou des leviers. Nous avons montré comment celle-ci a évolué depuis sa création, sous l'influence, notamment, d'éléments exogènes inhérents à la globalisation de l'économie et à la constitution de l'Union Européenne. Cette transition nous semble favorable à la mise en œuvre de démarches d'écologie industrielle car l'Etat vise, à travers cette politique, à encourager la coopération interterritoriale et l'action locale, ainsi que la création de ressources spécifiques sur le territoire. La décentralisation des compétences de l'Etat vers les collectivités territoriales permet en effet de territorialiser les politiques publiques et de mener des actions en cohérence avec les contraintes et les besoins des territoires en matière d'aménagement. La

politique d'aménagement du territoire se traduit également par la mise en œuvre de processus de planification au sein desquels il nous semble pertinent d'intégrer le principe de l'écologie industrielle, de manière à en favoriser l'institutionnalisation.

Enfin, l'analyse du processus de décentralisation nous a également permis de préciser les aspects méthodologiques concernant l'identification et la caractérisation des acteurs.

Pour conclure, nous insisterons sur la caractéristique essentielle des démarches d'écologie industrielle, mise en évidence à travers ce travail, à savoir, leur **caractère dynamique et évolutif**. Cet aspect a été démontré grâce au corpus théorique de la Proximité et concerne le territoire sur lequel se déploie la symbiose industrielle, la composition de l'équipe projet et les objectifs poursuivis par la démarche. En effet, nous avons montré qu'il s'agissait d'un mode de développement territorial spécifique au sein duquel les acteurs, tant publics que privés, proches géographiquement, créent des relations basées sur la coordination. Le processus selon lequel leurs modes de coordination se constituent permet la révélation d'un territoire correspondant à celui de la symbiose industrielle. La composition de l'équipe projet évolue également au fur et à mesure de l'avancement de la démarche, ainsi que les objectifs dont on recommande qu'ils soient progressifs, jusqu'à ce que la démarche devienne pérenne. Une démarche pérenne se traduit, selon nous, par l'existence d'un réseau d'acteurs ayant dépassé la composition initiale de l'équipe projet, grâce à l'évolution des modes de coordination d'une « simple » proximité géographique à une proximité organisationnelle et institutionnelle. La démarche d'écologie industrielle ne fait alors plus l'objet d'un projet à durée et à financement limités, mais est intégrée dans la stratégie globale de développement du territoire. Les principales recommandations figurant dans les deux premières étapes de STRATIS concernent donc essentiellement la définition d'une stratégie permettant l'initialisation de la démarche. Nous pensons que si celle-ci est parfaitement adaptée au contexte du territoire, le processus d'institutionnalisation du réseau se produira de manière spontanée et conduira à sa pérennisation.

Limites et perspectives de recherche :

Les perspectives de recherche résultant des limites de notre travail seront présentées selon trois axes : finalisation et validation de la méthode ; évaluation de la pérennité

des démarches d'écologie industrielle ; évaluation des performances de la démarche par rapport aux enjeux locaux de développement durable.

Finalisation et validation de la méthode :

Tout d'abord rappelons que nous avons organisé la restitution de ce travail en séparant clairement les éléments constitutifs de la méthode globale de mise en œuvre de symbioses industrielles développée ici (chapitre 4), des spécificités françaises (chapitre 5). En effet, cette méthode a pour vocation d'être adaptable au contexte de n'importe quel pays industrialisé, à condition de mener au préalable une analyse du contexte du pays de manière à identifier les spécificités politiques (en termes de développement économique et d'aménagement du territoire), économiques, réglementaires, culturelles, et environnementales susceptibles de constituer des freins ou des leviers aux démarches d'écologie industrielle.

De manière à faciliter davantage la mise en œuvre de symbioses industrielles en France, nous prévoyons, dans le cadre de travaux futurs, de développer une version informatique de la méthode STRATIS proposée ici. Celle-ci s'adressera à n'importe quel acteur public ou privé souhaitant initier une démarche d'écologie industrielle sur son territoire. C'est pour cette raison que la méthode proposée dans le quatrième chapitre comprend 4 étapes, alors même que nous nous sommes principalement focalisés sur les deux premières. Par ailleurs, la **Figure 7** (page 186) offre une représentation de ce que pourrait être l'architecture globale de l'outil. Auparavant, des travaux complémentaires de nature différente devront être menés :

- Les recommandations formulées dans le cinquième chapitre, relatives à l'intégration de l'écologie industrielle dans les mécanismes de planification des territoires, devront être validées grâce à la conduite d'entretiens semi-directifs auprès des acteurs en charge de leur élaboration. En effet, celles-ci ont été construites à partir d'une analyse théorique de ces mécanismes législatifs ou des documents d'urbanisme en résultant. Cependant, nos recommandations gagneront à être validées, voire complétées en fonction de la réalité du terrain. De même, les recommandations formulées concernant l'implication potentielle de tel ou tel acteur (collectivité territoriale, EPCI, services déconcentrés de l'Etat, chambres consulaires et agences de développement économique), en fonction des compétences dont ils ont la responsabilité, devront être validées par la conduite d'entretiens auprès de ces acteurs.
- L'ensemble des grilles d'analyse, des grilles de lectures, et des recommandations formulées devra être traduit en outils concrets et accessibles à tout acteur non initié, à priori, à l'écologie industrielle, mais souhaitant

- déployer une démarche sur son territoire (questionnaires, procédures, guides, etc.),
- L'étape 3 concernant le déroulement du projet en fonction de la stratégie définie devra être complétée par les différentes recommandations et outils disponibles actuellement et formulées dans le chapitre 3 de ce travail (sous-parties 1.2 et 1.3). Par ailleurs, le projet COMETHE, dans lequel nous sommes impliqués, vise également à développer des outils qui viendront compléter la méthode STRATIS. Il s'agit d'outils permettant d'évaluer la faisabilité économique et réglementaire des synergies identifiées avant leur mise en œuvre, ainsi que de mesurer leur bénéfice environnemental.
 - L'étape 4, concernant l'évaluation du degré de maturité de la démarche, nécessite également la conduite de travaux complémentaires conséquents sur lesquels nous reviendrons ci-après.

La principale limite de notre travail réside, selon nous, dans le fait que la méthode proposée, concernant principalement la définition d'une stratégie de mise en œuvre d'une démarche en fonction du contexte du territoire, n'a pu être testée. Cela constitue évidemment l'une de nos perspectives de recherche après-thèse. Pour cela, nous devons identifier un territoire vierge de toute initiative, sur lequel les entreprises et les acteurs publics ne sont pas sensibilisés, à priori, à la notion d'écologie industrielle. Le processus de validation de notre méthode consistera donc à initier la mise en œuvre d'une symbiose et à mesurer, régulièrement, le degré d'institutionnalisation du réseau ainsi formé. Des entretiens avec les principales parties prenantes identifiées nous permettront également d'analyser le processus selon lequel se construit le référentiel partagé et s'élaborent les règles communes d'action.

Evaluation de la pérennité des démarches d'écologie industrielle :

Dans le cadre de ce travail, nous avons commencé à réfléchir à l'évaluation de la pérennité des démarches d'écologie industrielle, c'est-à-dire du degré de maturité du réseau constitué. L'évaluation revient à analyser la nature des modes de coordination entre les acteurs impliqués dans la démarche. Nous avons fait le choix stratégique de ne pas développer davantage cet aspect, de manière à nous concentrer sur les deux premières étapes de STRATIS. Cependant, nous avons ébauché une méthode d'analyse à partir, notamment, du corpus théorique de l'Economie des Conventions, en déterminant les quatre aspects selon lesquels le degré de maturité pourra être mesuré : la confiance, l'existence d'un nouveau régime conventionnel partagé par les acteurs, la nature de la gouvernance et la densité des relations. Dans le cadre de

travaux futurs, nous devons définir une grille d'analyse permettant d'évaluer ce degré de maturité selon les quatre aspects définis ici. Des critères pourront être définis à partir de l'observation et de l'analyse, en profondeur, de l'évolution des relations, de la confiance et des modes de coordination entre acteurs impliqués dans une démarche d'écologie industrielle. Une attention particulière devra également être portée à l'analyse des différents systèmes de légitimité des acteurs impliqués, de manière à mieux comprendre le processus de création de passerelles entre ces systèmes par l'élaboration de compromis. Ce travail pourra notamment être mené sur des territoires d'expérimentation à des stades différents de maturation, dans le cadre du projet COMETHE, par exemple, dans lequel nous sommes impliqués.

Evaluation des performances de la démarche par rapport aux enjeux locaux de développement durable :

Dans le premier chapitre de ce travail, nous avons montré que la mise en œuvre de symbioses industrielles permettait d'atteindre des objectifs d'amélioration de la compétitivité des entreprises, pouvait contribuer au développement local de territoire, générer un bénéfice environnemental, mais ne saurait répondre intégralement aux enjeux du développement durable. Selon nous, il est cependant nécessaire d'évaluer les performances d'une telle démarche au regard des enjeux du territoire en matière de développement durable. La proposition d'indicateurs permettant de mener une telle analyse nécessite une réflexion qui dépasse largement le périmètre de notre travail et pourrait faire l'objet d'une thèse future.

Pour conclure sur les limites de ces travaux et les perspectives de recherche qui en découlent, même en considérant que les symbioses industrielles permettent de répondre à certains enjeux locaux de durabilité (ce qui reste encore à mesurer avec les outils adéquats), la somme de ces démarches contribuera-t-elle à un développement plus durable de notre société dans son ensemble ? Comme nous l'avons vu, la pérennisation d'une démarche visant la mise en œuvre d'une symbiose industrielle se traduit, notamment, par la constitution d'un réseau d'acteurs caractérisé par une proximité organisée. Au sein de ce réseau, les acteurs partagent un certain nombre de règles et de pratiques élaborées collectivement et poursuivent un objectif commun. Nous pensons que cela constitue un contexte favorable à l'émergence de pratiques relevant de l'écologie industrielle dans son acception la plus large telles que l'éco-conception, l'économie de fonctionnalité, le recours aux énergies renouvelables, etc. Cependant, ces pratiques donneront difficilement la pleine mesure de leur potentiel sans un changement de paradigme économique, dont les traits pourraient être une

reterritorialisation des activités humaines et l'abandon de la société de consommation et de production de masse, de manière à répondre, plus globalement, aux enjeux du développement durable. Par ailleurs, il s'avérera nécessaire d'accomplir un travail d'articulation des différentes approches locales de l'écologie industrielle, prise dans son acception la plus globale. Ce travail consistera à identifier l'échelle d'action la plus pertinente au regard du pouvoir de décision et d'influence des acteurs sur les modifications de comportement à la consommation tout comme à la production. C'est un questionnement de grande ampleur qui pose, entre autres questions, celle des intérêts individuels en éventuelle opposition avec la poursuite d'enjeux globaux.

BIBLIOGRAPHIE

[Adoue, 2004a] Adoue C. *Méthode d'identification de synergies éco-industrielles réalisables entre entreprises sur le territoire français*. Thèse de doctorat en études environnementales. Troyes : Université de Technologie de Troyes, 2004, 224 p.

[Adoue, 2004b] Adoue C., Forgue C., Lecointe C. *Développement des solutions d'écologie industrielle et réglementation : freins et leviers*. Déchets : revue francophone d'ingénierie environnementale, n°33, 2004, pp. 3-7.

[Aglietta, 1976] Aglietta M. *Régulation et crise du capitalisme*. Paris : Calmann-Lévy, 1976, 256p.

[Allenby, 1992] Allenby B. R. *Design for environment : implementing industrial ecology*. Thesis Dissertation, University of New Jersey, New Brunswick, 1992, 381p.

[Allenby, 1999] Allenby B. R. Culture and Industrial Ecology. Journal of Industrial Ecology, 1999, vol. 3, n°1.

[Ayres, 1996] Ayres R. U. *Creating industrial ecosystems: a viable management strategy*. International Journal of Technology Management, 1996, vol. 12, n°5 - 6, pp. 608-624.

[Baas, 1998] Baas L. W. *Cleaner Production and Industrial Ecosystem : a dutch experience*. Journal of Cleaner Production, 1998, vol. 6, pp. 189-197.

[Baas, 2005] Baas L. W. *Cleaner Production and Industrial Ecology; Dynamic Aspects of the Introduction and Dissemination of New Concepts in Industrial Practice*. Thesis Dissertation, Rotterdam Erasmus University, Rotterdam, Netherlands. Eburon academic Publisher, 2005, 417 p

[Baccini, 1991] Baccini P., Brunner P. *Metabolism of the anthroposphere*. Springer, Berlin, 1991.

[Barel, 1990] Barel Y. *Territoires et corporatismes*. Economie et Humanisme., 1990, n°314.

[Barles, 2005] Barles S. *L'invention des déchets urbains : France : 1790-1970*. Seyssel, 2005, 297 p.

[Beaurain, 2006] Beaurain C. (dir), Longuépée J., Liefoghe C., Maillefert M., Panneoucke S., Zuindeau B. *Politiques Régionales de l'Environnement et Développement Economique : une approche territoriale*. Rapport de recherche pour le compte du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (programme D2RT : « politiques territoriales et développement durable », coordination scientifique du programme : Corinne Larue). Juin 2006, 187 p.

[Beccattini, 1992] Beccattini G. *Le district marshallien : une notion économique*. In : Benko G., Lipietz A. (dir). *Les régions qui gagnent*. Districts et réseaux : les nouveaux paradigmes de la géographie économique. Paris : Presses Universitaires de France, 1992, pp. 35-55.

[Bélanger, 2005] Bélanger P. R., Lévesque B. *Economie de la régulation*. In : Laville J.-L., Cattani D. (dir). *Dictionnaire de l'autre économie*. Paris : Desclée de Brouwer, 2005, pp.225-232.

[Beltran, 1998] Beltran A. *Un siècle d'histoire industrielle en France (1880-1970)*. Collection Regards sur l'Histoire. SEDES, 1998, 174 p.

[Benko, 1992] Benko G., Lipietz A. *Introduction. Le nouveau débat régional : positions*. In : Benko G., Lipietz A. (dir). *Les régions qui gagnent*. Districts et réseaux : les nouveaux paradigmes de la géographie économique. Paris : Presses Universitaires de France, 1992, pp. 13-32.

[Benko, 2001] Benko G. *Développement durable et systèmes productifs locaux*. In : *Réseaux d'entreprises et territoires : Regards sur les systèmes productifs locaux*. Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale. Paris : la documentation française, 2001, pp.117-133.

[Bertrand, 1986] Bertrand O. *Ressources humaines et compétitivité de l'économie italienne*. Rapport de mission, CEREQ, 1986.

[Billen, 1983] *Ecosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle*. 1983.

[Binder, 1996] Binder C. *The Early Recognition of Environmental Impacts of Human Activities in Developing Countries [en ligne]*. Ph.D. dissertation. Zurich: Federal Institute of Technology, Switzerland, 1996.

Disponible sur : <http://www.uns.umnw.ethz.ch/pers/biender>

[Boltansy, 1987] Boltansky L., Thevenot L. *Les économies de la grandeur*, Paris : Presses Universitaires de France, 1987.

[Bonnemaison, 1979] Bonnemaison J. *Voyage autour du territoire*. L'espace géographique, 1979, n°4, pp. 255-261.

[Boons, 1997] Boons F., Baas. L.W. *Types of industrial ecology: the problem of coordination*. Journal of Cleaner Production, 1997, vol. 5, pp. 79-86.

[Borkey, 1999] Borkey P., Glachant M. *Les accords volontaires négociés : une analyse de leur efficacité*. Etude réalisée pour le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et l'Ademe, 1999.

[Boudrieu, 1994] Boudrieu P. *Raisons Pratiques : sur la Théorie de l'Action*. Paris : Editions du Seuil, 1994.

[Boureille, 1998] Boureille B., Commerçon N. *Proximités et aménagement du territoire*. In : Bellet, M., Kirat T., Largeron C. (eds). *Approches multiformes de la proximité*. Hermes, 1998, pp. 327-339.

[Bourg, 2005a] Bourg D., Boy D. *Conférences de citoyens, mode d'emploi*. Eds Charles Léopold Mayer, 2005, 105 p.

[Bourg, 2005b] Bourg D., Buclet N. *L'économie de fonctionnalité : changer la consommation dans le sens du développement durable*. Futuribles, Novembre 2005, vol. 313, p. 27-37.

[Bourg, 2006] Bourg D. *Développement durable. L'écologie industrielle*. In : La Science au présent 2006, Encyclopaedia Universalis, février 2006, pp. 109-113.

[Boyer, 1994] Boyer R., Orléan A. *Persistance et changement des conventions. Deux modèles simples et quelques illustrations*. In : A.Orléan (dir.). *Analyse économique des conventions*. Paris : PUF, 1994, pp.219-247.

[Brodhag, 1994] Brodhag C. *Pour concilier l'entreprise et l'environnement, il faut une approche systémique*. Annales des Mines, pp. 41-44.

[Brown, 2003] Brown L., R. Plan B. *Rescuing a Planet under Stress and a Civilisation in Trouble*. Earth Policy Institute / Norton, New York – Londres, 2003.

[Brulot, 2006a] Brulot-Dermine S., Bergossi O. *Premières expériences d'écologie industrielle en France*. In : Matagne P. (dir). *Les effets du développement durable. Gouvernance, agriculture et consommation, entreprise, éducation*. Paris : l'Harmattan, 2006, pp.199-221.

[Brulot, 2006b] Brulot S. *L'écologie industrielle : mise en œuvre à l'échelle d'un territoire*. Scientific Workshop : Frontiers of Research in Industrial Ecology. University of Lausanne, Switzerland, Nov 27 – Dec 1th 2006.

[Brunet, 1990] Brunet R. *Le territoire dans les turbulences*. Montpellier : Reclus, 1990.

[Brunet, 1992] Brunet R. *Les mots de la géographie*. 1992.

[Brunner, 2004] Brunner P. H., Rechberger H. *Material flow Analysis*. Lewis Publisher, Boca Raton, 2004.

[Buclet, 1997] Buclet N. *Politiques d'environnement, trajectoires institutionnelles et contraintes de coordination internationale*. Thèse de doctorat de Sciences Economiques. Paris : Université Paris VII – Denis Diderot, décembre 1997, 423 p.

[Buclet, 2008] Buclet N. *L'entrave aux politiques locales d'aménagement durable d'un territoire : les limites des stratégies nationales de développement durable*. Territoire en Mouvement, 2008, pp.35-45.

[Buclet, à paraître] *Les déclinaisons territoriales des stratégies de développement durable : à la recherche de l'espace-temps perdu*. Mémoire de HDR à soutenir en 2009.

[Chertow, 2000] Chertow M. R. *Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy*. Annual Review of Energy and Environment, 2000, vol. 25, pp. 313-337.

[Chertow, 2004] Chertow M., Ashton W., Kuppalli R. *The Industrial Symbiosis Research Symposium at Yale. Advancing the Study of Industry and Environment*. Yale Center for Industrial Ecology, 2004, 46 p.

[Cohen-Rosenthal, 1996] Cohen-Rosenthal E. *Designing eco-industrial parks: the US experience*. UNEP, Industry and Environment, october-december 1996, pp. 14-18.

[Cohen-Rosenthal, 2000] Cohen-Rosenthal, E. *A walk on the human side of industrial ecology*. American Behavioral Scientist, 2000, vol. 44, n°2, pp. 245-264.

[Colletis, 1999] Colletis G., Gilly J.-P., Leroux I., Pecqueur B., Perrat J., Rychen F., Zimmermann J.-B. *Construction territoriale et dynamiques productives*. Revue Sciences de la Société, 1999, n°48, pp. 25-46.

[Colletis, 2004] Colletis G., Rychen S. *Entreprises et territoires : proximités et développement local*. In : Pecqueur B., Zimmermann J.-B. *Economie de proximité*. Editions Hermès, 2004.

[Colletis, 2005] Colletis G., Pecqueur B. *Révélation de ressources spécifiques et coordination située*. Revue Economie et Institutions, N°spécial n 6-7, 1^{er} et 2nd semestres 2005, "Proximités et institutions : nouveaux éclairages" (coordonné par D. Talbot et Th. Kirat).

[Comélieau, 2006] Comélieau C. *La croissance ou le progrès ? croissance, décroissance, développement durable*. Paris : Editions du Seuil, 2006, 311 p.

[Côté, 1998] Côté R. P., Cohen-Rosenthal E. *Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences*. Journal of Cleaner Production, 1998, 6(3-4), pp. 181-188.

[Courlet, 2001a] Courlet C. *Les systèmes productifs locaux : de la définition au modèle*. In : *Réseaux d'entreprises et territoires : Regards sur les systèmes productifs locaux*. Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale. Paris : la documentation française, 2001, pp. 17-61.

[Courlet, 2001b] Courlet C. *Territoires et régions, les grands oubliés du développement économique*. Paris : l'Harmattan, 2001, 133 p.

[Cros, 1996] Cros C., Godard. O. *Trajectoires institutionnelles et politiques publiques*. "L'esprit français" face aux permis d'émission négociables de SO₂. Colloque international : Maîtrise du long terme et démocratie : quel environnement pour le XXI^e siècle. Abbaye de Fontevraud, 8-11 Septembre 1996, 17 p.

[Dahl, 1957] Dahl R. L. *The concept of power*. Behavioral Science, 1957, n°2, pp. 201-215.

[DATAR, 2001] *Réseaux d'entreprises et territoires : Regards sur les systèmes productifs locaux*. Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale. Paris : la documentation française, 2001, pp. 17-82. ISBN 2-11-004769-0

[Davezies, 2008] Davezies L. *La République et ses territoires : la circulation invisible des richesses*. Paris : Editions du Seuil, 2008, 109 p.

[Dermine, 2004] Dermine S. *Recherche de synergies à partir de la base ISI : expérimentation sur le territoire de l'Aube*. Rapport de mission EDF R&D et CREIDD, Troyes, 07/2004.

[Dermine, 2005] Dermine S., Ansart A., Mathieux F., Descamps C. *Environmental assessment method for industrial ecology synergies*. In proceedings of Life Cycle Management (LCM) International Conference 2005, 5-7 septembre 2005, Barcelona, Espagne, vol. 2, 2005, pp. 332-336.

[De Rosnay, 1975] De Rosnay J. *Le macroscopie : vers une vision globale*. Paris : Editions du Seuil, 1975, 346 p.

[DGCL, 2007] Direction Générale des Collectivités locales. *La décentralisation en France*. Avril 2007. Disponible sur :

<http://www.dgcl.interieur.gouv.fr/sections/a_votre_service/decentralisation/historique/a_decentralisation/view>

[Di Méo, 1991] Di Méo G. *L'homme, la société, l'espace*. Paris : Anthropos, 1991.]

[Di Méo, 1996] Di Méo G. (dir). *Les territoires du quotidien*. Géographie Sociale. Paris : L'Harmattan, 1996, 207 p. ISBN 2-7384-4613-2.

[Dramé, 2001] Dramé A. O. *Industrie d'Aluminium, Ecologie Industrielle et Développement Durable. L'industrie de Bauxite et d'Alumine de Guinée face aux défis de l'environnement*. Thèse de Doctorat. Institut Universitaire d'Etudes du Développement, Université de Genève, 2001.

[Drevet, 1995] Drevet J.-F. *Aménagement du territoire : Union Européenne et développement régional*. Paris : Ed. Continent Europe, 1995, 206 p.

[Duret, 2004] Duret B. *Pratiques internationales d'écologie industrielle : retour d'expérience*. Rapport de stage du DESS Ecologie Industrielle de l'Université de technologie de Troyes, EDF R&D, CREIDD, ICAST et Auxilia, 05/2004.

[Duret, 2007] Duret B. *Premiers retours d'expériences en écologie industrielle : études de cas en Europe et en Amérique du Nord*. Synthèse et perspectives. In : Les Cahiers

de la Chaire d'Ecologie Industrielle, Université de technologie de Troyes, n°1, juillet 2007.

[Ecosind, 2006] *Guide de Recommandations pour la planification et la gestion des zones industrielles avec l'écologie industrielle*. Produit Ecosind, Projet co-financé par l'Union européenne, Interreg IIIC, novembre 2006.

[Eilering, 2004] Eilering J. A. M., Vermeulen W. J. V. *Eco-industrial parks: towards industrial symbiosis and utility sharing in practice*. Progress in Industrial Ecology, vol. 1, n°1/2/3, 2004, pp. 245-270.

[Ehrenfeld, 1997a] Ehrenfeld J. R. *Industrial Ecology: a framework for product and process design*. Journal of Cleaner Production, 1997, vol. 5, n°1-2, pp. 87-95.

[Ehrenfeld, 1997b] Ehrenfeld J., Gertler N. *Industrial Ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg*. Journal of Industrial Ecology, 1997, vol. 1, n°1, pp. 67-79.

[Ehrenfeld, 2004] Ehrenfeld J. R. *Industrial Ecology: a new field or only a metaphor?* Journal of Cleaner Production, 2004, vol. 12, pp. 825-831.

[Erkman, 1997] Erkman S. *Industrial Ecology: an historical view*. Journal of Cleaner Production, 1997, vol. 5, n°1-2, pp. 1-10.

[Erkman, 2000] Erkman S., Ray J.-C. *Ecologie industrielle à Grande-Synthe : pré-étude sur la zone industrielle des Deux-Synthe*. Rapport final d'ICAST et de Bulle Bleue pour la ville de Grande-Synthe, la Région Nord-Pas de Calais et Gaz de France, mai 2000.

[Erkman, 2003] Erkman S., Ramaswamy R. *Applied Industrial Ecology. A new Platform for Planning Sustainable Societies [en ligne]*. Bangalore :Aicra Publishers, 2003.

Disponible sur : <<http://www.aicra.com/industrial-ecology.html>>

[Erkman, 2004a] Erkman S. *L'écologie industrielle : une stratégie pour l'éco-restructuration du système industriel*. Thèse de Doctorat. Troyes : Université de Technologie de Troyes, 2004.

[Erkman, 2004b] Erkman S. *Vers une écologie industrielle*. Paris : Editions Charles Léopold Mayer, 2004, 2^{ème} éd., 251 p.

[Esty, 1998] Esty D. C., Porter M. E. *Industrial Ecology and Competitiveness. Strategic Implication for the Firm*. Journal of Industrial Ecology, 1998, vol. 2, n°1, pp. 35-43.

[Fan, 2006] Fan X., Bourg D., Erkman S. *L'économie circulaire en Chine*. Futuribles, novembre 2006, n°324, pp. 21-41.

[Fourastier, 1979] Fourastier J. *Les trente glorieuses ou la révolution invisible de 1946 à 1975*. Paris : Fayard, 1979.

[Frosch, 1989] Frosch R. A., Gallopoulos N. E. *Strategies for Manufacturing*. ScientificAmerican, 1989, n°261, pp. 144-151.

[GEDEC, 2005] *Ecologie industrielle à Genève. Premiers résultats et perspectives*. Service Cantonal de Gestion des Déchets. République et Canton de Genève, 2005.

[Georgescu-Roegen, 1971] Georgescu-Roegen N. *The entropy Law and the Economic Process*. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

[Gertler, 1995] Gertler N. *Industrial Ecosystems: Developing Sustainable Industrial Structures*. Dissertation for Master of Science in Technology and Policy and Master of Science in Civil and Environmental Engineering at Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 1995, 141 p.

[Gibbs, 2002] Gibbs D., Deutz P., Proctor A. *Sustainability and the local economy: the role of eco-industrial park*. In: Ecosites and Eco-Center in Europe, 19 June 2002, Brussels, Belgium

[Gibbs, 2007] Gibbs D., Deutz P. *Reflections on implementing industrial ecology through eco-industrial park development*. Journal of Cleaner Production, vol. 15, n° 17, November 2007, pp. 1683-1695.

[Gilly, 2000] Gilly J.-P., Torre A. (éd.). *Dynamiques de proximité*. Paris : L'Harmattan, 2000.

[Gilly, 2004a] Gilly J.-P., Leroux I., Wallet F. *Gouvernance et proximité*. In : Pecqueur B., Zimmermann J.-B. (éds). *Economie de Proximité*. Hermès, 2004, pp. 187-206.

[Gilly, 2004b] Gilly J.-P., Lung Y. *Proximités, secteurs et territoires*. Quatrièmes journées de la proximité, Marseille, 17-18 juin 2004.

[Godard, 1990] Godard O. *Environnement, modes de coordination et systèmes de légitimité : analyse de la catégorie de patrimoine naturel*. Revue Economique, 1990, vol. 41, n°2, pp. 215-241.

[Graedel, 1995] Graedel Y. E., Allenby B. R. *Industrial Ecology*. New York : Prentice Hall, 1995.

[Gravier, 1958] Gravier J.-F. *Paris et le désert Français*. Ed Flammarion, 1958, 317 p.

[Guigou, 2001] Guigou J.-L. *Les territoires – Entreprises. In : Réseaux d'entreprises et territoires : Regards sur les systèmes productifs locaux*. Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale. Paris : la documentation française, 2001, pp. 7-16. ISBN 2-11-004769-0

[Heeres, 2004] Heeres R. R., Vermeulen W. J. V., de Walle F. B. *Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons*. Journal of Cleaner Production, vol. 12, 2004, pp. 985-995.

[Junqua, 2005] Junqua G., Moine H., Bouzidi Y., Abriak N. E., Damidot D. *L'écologie industrielle, outil de l'intelligence économique et territoriale*. International Conference urban engineering. Lille, 10-13 octobre 2005.

[Kincaid, 1999] Kincaid J. *Industrial Ecosystem Development Project Report*. Triangle J Council of Government, May 1999.

[Kincaid, 2001] Kincaid J., Overcash M. *Industrial Ecosystem Development at the Metropolitan Level*. Journal of Industrial Ecology, 2001, vol. 5, n°1, pp. 117-126.

[Kunstler, 2005] Kunstler J. H. *La fin du pétrole : le vrai défi du XXI^e siècle*. Paris : Plon, 2005, 370 p.

[Lacour, 2008] Lacour C., Delamarre A. *40 ans d'aménagement du territoire*. Territoires en mouvement. La Documentation Française, DIACT, 2008, 162 p.

[Lajugie, 1974] Lajugie J. *Les villes moyennes*. Paris : Cujas, 216 p.

[Lajugie, 1985] Lajugie J., Delfaud P., Lacour C. *Espace régional et aménagement du territoire*. Paris : Dalloz, 2^{ème} ed. 1985, 987 p.

[Lajugie, 1989] Lajugie J. *Un tiers de siècle volontariste d'aménagement du territoire*. Revue d'économie régionale et urbaine, n°1, 1989, p p. 11-40.

- [La Porte, 2001] La Porte T. R. *Fiabilité et légitimité soutenable*. In : Bourrier M. (dir) *Organiser la fiabilité. Risques Collectifs et Situations de Crise*. Paris, L'Harmattan, 2001, pp. 71-105.
- [Leloup, 2005] Leloup F., Moyart L., Pecqueur B. *Gouvernance territoriale comme un nouveau mode de coordination territoriale*. Géographie, économie et société, vol. 7, n°4, octobre-décembre 2005, pp. 321-331.
- [Lévesque, 1998] Lévesque B., Klein J. L., Fontan J. M. *Les systèmes industriels localisés : état de la recherche*. UQUAM, 1998.
- [Lévi, 1996] Lévi C. *Le territoire, gisement de compétitivité*. Les Echos, 10 septembre 1996.
- [Lévy, 2003] Lévy J., Lussault M. *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Paris : Belin, 2003.
- [Lipietz, 1986] Lipietz A. *Mirages et miracles. Problèmes de l'industrialisation dans le tiers monde*. Paris : Editions La Découverte, 1986.
- [Livet, 1994] Livet P., Thévenot L. *Les catégories de l'action collective*. In : A. Orléan (dir.), *Analyse économique des conventions*, Presses Universitaires de France, Paris, p. 139-167, 1994.
- [Lowe, 1996] Lowe E. A., and Waren J. *The source of value: an executive briefing and sourcebook on industrial ecology*. Richland, Washington: Battelle Pacific Northwest Library, 1996.
- [Lowe, 1997] Lowe E. A. *Creating By-product Resource Exchange: Strategies for eco-industrial parks*. Journal of Cleaner Production, 1997, vol. 5, n°1/2 , pp. 57-65.
- [Lowe, 2001] Lowe E. A. *Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries*. Indigo Development Working Papers in industrial Ecology, 2001.
- [Mac Cormick, 2003] Faut-il favoriser les clusters industriels en Afrique ? Le courrier ACP-UE, 2003, n°196.
- [Maillefert, 2008] Maillefert M., Schalchli P. *Pré-requis pour la construction d'une méthodologie pour l'implantation d'une démarche d'écologie industrielle à l'échelle d'un espace territorial*. Colloque international CLERDE USTL. La problématique du

développement durable vingt ans après : nouvelles lectures théoriques, innovations méthodologiques, et domaines d'extension. Lille, 20 – 22 novembre 2008.

[Maltin, 2004] Maltin M. *Industrial Symbiosis and its Alignment with Regional Sustainability, Exploring the Possibilities in Landskrona*, Master thesis, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) at Lund University, Sweden, October 2004.

[Maniquet, 2003] Maniquet S. Evaluation du potentiel de mise en place de projets d'écologie industrielle à l'échelle du département de l'Aube, Rapport de stage de DESS Ecologie industrielle de l'Université de Technologie de Troyes, Conseil Général de l'Aube, 2003.

[Martin, 2006] Martin S., Bertrand N., Rousier N. *Les documents d'urbanisme, un outil pour la régulation des conflits d'usage de l'espace agricole périurbain ?* Géographie, Economie et Société, 2006, vol. 8, n°3, pp. 329-349 .

[Marshall, 1919] Marshall A. *Industry and trade: A study of Industrial Technique and Business Organization and of influence on the conditions of Various Classes and Nations*. New York : Macmillan, 1919, 875 p.

[Mirata, 2004] Mirata M. *Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges*. Journal of Cleaner Production, 2004, n°10, pp. 967-983.

[Mirata, 2005a] Mirata M., Emtairah T. *Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: the case of Lankskrona industrial symbiosis programme*. Journal of Cleaner Production, 2005, n°13, pp. 993- 1002.

[Mirata, 2005b] Mirata M. *Industrial Symbiosis: a tool for more sustainable regions*. Doctoral Dissertation. The International Institute for Industrial Environmental Economics. Lund : Lund university, Sweden, October 2005, 271 p.

[Moine, 2007] Moine A. *Le territoire : comment observer un système complexe*. Collection Itinéraires géographiques. Paris : L'Harmattan, 2007, 176 p.

[Mitchell, 1997] Mitchell R. K., Agle B. R., Wood D. J. *Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts*. The Academy of Management Review, October 1997, vol. 22, n°4, pp. 853-886.

- [Nahrath, 2007]** Nahrath S., Varone F. *Les espaces fonctionnels comme changements d'échelles de l'action publique*. In : Faure L., Leresche J.-P., Muller P., Nahrath S. *Action publique et changements d'échelles : les nouvelles focales du politique*. Paris : L'Harmattan, 2007, pp. 235-249.
- [Opoku, 2006]** Opoku H. N., Keitsch M. M. *Une approche objective de la durabilité ? Théorie des implications scientifiques et politiques de l'écologie industrielle*. Ecologie & Politique, 2006, n°32, pp. 141-152.
- [Orée, 2008]** *Mettre en œuvre une démarche d'écologie industrielle sur un parc d'activités*. Guide Orée, DTE/SAP Éditions, 252 p.
- [Orléan, 1994]** Orléan A. *Analyse Economique des Conventions*. Paris : Presses Universitaires de France, 1994.
- [Passet, 1986]** Passet R. *La complexité*. Science culture Info, 1986, n°11, pp. 2-3.
- [Pecqueur, 2004a]** Pecqueur B. *Vers une géographie économique et culturelle autour de la notion de territoire*. Géographie et cultures, 2004, n°spécial, pp. 22-37.
- [Pecqueur, 2004b]** Pecqueur B., Zimmermann J.-B. *Introduction. Les fondements d'une économie de proximités*. In : Pecqueur B., Zimmermann J.-B. (ed). *Economie de proximité*. Paris : Hermes, 2004.
- [Pecqueur, 2006]** Pecqueur B. *Le tournant territorial de l'économie globale*. Espaces et sociétés, 2006, n°124-125, pp. 17-32.
- [Pellenbarg, 2002]** Pellenbarg P. H. *Sustainable Business Sites In The Netherlands: A Review*. Journal of Environmental Planning and Management, 2002, n°45, pp. 59-84.
- [Perrat, 2003]** Perrat J., Zimmermann J.-B. *Stratégies des firmes et dynamiques territoriales*. In : Dupuy C., Burmeister A. *Entreprises et territoires. Les nouveaux enjeux de la proximité*. Paris : La Documentation française, 2003, pp. 15-32.
- [Piore, 1989]** Piore M. J., Sabel C. F. *Les chemins de la prospérité : de la production de masse à la spécialisation souple* (traduction de Boussard L.). Paris : Hachette, 1989, 441 p.
- [Porter, 2000]** Porter M. *Location clusters company strategy*. In : Clark G. L., Feldman M. P., Gertler M. S. (éds), *The Oxford Handbook of Economic Geography*, 2000, pp. 253-274.

[Raffestin, 1984] Raffestin C., Turco A. *Espace et pouvoir*. In : Bailly A. *Les concepts de la géographie humaine*. Paris : Masson, 1984.

[Rallet, 1995] Rallet A., Torre A., (coord.). *Economie industrielle et économie spatiale*. Paris : Economica, 1995.

[Raymond, 1998] Raymond P., Côté and Cohen-Rosenthal E. *Designing Eco-industrial parks: a synthesis of some experiences*. Journal of Cleaner Production, 1998, vol. 6, pp. 181-188.

[Raveyre, 1984] Raveyre M.F., Saglio J. *Les Systèmes Industriels Localisés : Eléments Pour une Analyse Sociologique des Ensembles de P.M.E. industriels*. Sociologie Du Travail, 1984, n°2, pp. 157-175.

[Robiquet, art] Robiquet P. J., art. "Chimie" in Francoeur L. B. et al. (vol. 5). *Dictionnaire technologique ou nouveau dictionnaire des arts et métiers, et de l'économie industrielle et commerciale, par une société de savants et d'artistes*, Paris, 1822-1835, 22 vol. de texte, 2 vol. de pl.

[Ross, 1977] Ross D. T. *Structured Analysis: a language for Communication Ideas*. IEEE Transactions, Software Engineering, 1977, vol. SE-3, N°1, pp. 16-34.

[RTI, 1994] Research Triangle Institute and Indigo Development International. *Eco-industrial parks and industrial ecosystems: a technical memorandum*, 1994.

[Sack, 1986] Sack R. *Human Territoriality. Its theory and history*. Cambridge : Cambridge University Press, 1986.

[Salais, 1996] Salais R. *Préface de l'ouvrage : Dynamiques territoriales et mutations économiques*. Pecqueur B. Paris : l'Harmattan, 1996.

[Serrate, 2004] Serrate B. *Des systèmes productifs locaux aux interactions de proximité: quelle est l'importance des stratégies des firmes ?*, Quatrième journée de la proximité, Proximité réseau et coordination, Marseille, 17-18 juin 2004.

[Scherrer, 1995] Scherrer F., Vanier M. *Les nouvelles mailles du pouvoir local*. Revue de géographie de Lyon, n°2, 1995, pp. 89-175.

[Schmitz, 1995] Schmitz H. *Collective Efficiency : Growth path for Small Scale Industry*. The Journal of Development Studies; 1995, vol. 31, n°4.

[Slovic, 1993] Slovic P. *Perceived Risk, Trust and Democracy*. Risk Analysis, vol. 13, pp. 675-682.

[Starlander, 2003] Starlander J.-E. *Industrial Symbiosis: a Closer Look on Industrial Factors*. Master thesis, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) at Lund University, Sweden, October 2003.

[Steffen, 2004] Steffen W. et al. *Global Change and the Earth System: a planet under pressure* **[en ligne]**. Springer-verlag Berlin Heidelberg. New York, 2004.

Disponible sur : http://www.igbp.kva.se/documents/IGBP_ExecSummary.pdf

[Sterr, 2002] Sterr, T., Ott T. *Instruments for the promotion of a sustainability oriented management of waste by inter-industrial coordination within an industrial region* **[en ligne]**. ERSA conference papers ersa02p254, European Regional Science Association, 2002.

Disponible sur : <http://ideas.repec.org/p/wiw/wiwsa/ersa02p254.html#provider>

[Sterr, 2004] Sterr T., Ott T. *The industrial region as a promising unit for eco-industrial development – reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology*. Journal of Cleaner Production, 2004, vol. 12, pp. 947-965.

[Suchman, 1995] Suchman M. C. *Managing legitimacy: strategic and institutional approaches*. Academy of Management Review, 1995, n°20, pp. 571- 610.

[Talbot, 2007] Talbot D. *EADS, une transition inachevée. Une lecture par les catégories de la proximité*. Cahier du GREThA, n°5, mai 2007.

[Tibbs, 1993] Tibbs H. *Industrial Ecology. An Environmental Agenda for Industry*. Global Business Network, Emeryville, CA, 1993.

[Tizon, 1996] Tizon P. *Qu'est-ce que le territoire ?* In : Di Méo G. (dir). *Les territoires du quotidien*. Paris : l'Harmattan, 1996, pp.17-34.

[Twain, 2005] Twain M. *Le plus grand casse de l'histoire*. In : Besset J.-P. *Comment ne plus être progressiste ... sans devenir réactionnaire*. Fayard, 2005, pp. 37-73.

[Vaillancourt, 1981] Vaillancourt J-G., Vaillancourt P. *Les bases du pouvoir dans les nouvelles formes d'organisation du travail* **[en ligne]**. Collection Les classiques des Sciences Sociales, 1981.

Disponible sur : <http://www.ugac.ca/jmt-sociologue/>

[Van Beers, 2005] Van Beers D., Bossilkov A., Van Berkel R. *Capturing Regional Synergies in the Kwinana Industrial Area*. Status Report, 2005.

[Van Beers, 2007] Van Beers, D., Corder, G., Bossilkov, A. and Van Berkel, R. *Industrial symbiosis in the Australian minerals industry: The cases of Kwinana and Gladstone*. *Journal of Industrial Ecology*, 2007, vol. 11, n° 1, pp. 55-72.

[Vidal, F, 1999] Vidal F. *Le secret des Districts Industriels : innovation, coopération et industrie*. Janvier 1999.

[Vivien, 2005] Vivien F. D. *Le développement soutenable*. Paris : La découverte, 2005.

[WCED, 1987] *Our Common Future*. United Nations World Commission on Environment and Development (WCED), 1987.

[Young, 1999] Young R. *By-Product Synergy. A demonstration project Tampico, Mexico*. Business Council Sustainable Development. Gulf of Mexico, 1999.

ANNEXES

Analyse des études de cas

| | |
|---|------------|
| INDUSTRIAL ECOSYSTEM DEVELOPMENT PROJECT, CAROLINE DU NORD, ETAT-UNIS | 385 |
| LANDSKRONA INDUSTRIAL SYMBIOSIS PROGRAMME, LANDSKRONA, SUEDE | 393 |
| KWINANA INDUSTRIAL SYNERGIES PROJECT KWINANA, AUSTRALIE | 399 |
| PARC INDUSTRIEL DE BURNSIDE, HALIFAX NOUVELLE-ECOSSE, CANADA | 405 |
| INTER-INDUSTRIAL MATERIAL FLOW MANAGEMENT HEIDELBERG, REGION DE LA RHINE-NECKAR, ALLEMAGNE | 411 |
| INES PROJECT, ROTTERDAM, PAYS-BAS | 415 |
| CLUB D'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE DE L'AUBE, FRANCE | 421 |

Industrial Ecosystem Development Project Caroline du Nord - Etat-Unis

INFORMATIONS GENERALES

Ce projet est l'une des applications de développement éco-industriel les plus reconnues dans le domaine de l'écologie industrielle. Initié par le *Triangle J Council of Government* en 1997, ce projet avait pour objectif de promouvoir l'économie locale en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels à savoir, en créant des synergies d'écologie industrielle entre les acteurs du territoire. Des opportunités d'échange de flux ont été identifiées, certaines ont été mises en œuvre puis stoppées. Le projet est actuellement interrompu par manque de financement.

Au regard des différents projets existants aux Etats-Unis à cette époque, cette étude fait l'objet d'une part, d'un travail pionnier à cette échelle d'intervention et d'autre part, d'un réel effort de capitalisation méthodologique qui le positionne en référence pour toute organisation qui souhaite s'engager dans une démarche d'écologie industrielle.

Références documentaires :

- Duret B. *Premiers retours d'expériences en écologie industrielle : études de cas en Europe et en Amérique du Nord. Synthèse et perspectives.* In : Les Cahiers de la Chaire d'Ecologie Industrielle, Université de technologie de Troyes, n°1, juillet 2007.
- Kincaid J. *Industrial Ecosystem Development Project Report.* Triangle J Council of Government, May 1999.
- Kincaid J., Overcash M. *Industrial Ecosystem Development at the Metropolitan Level.* Journal of Industrial Ecology, volume 5, n°1, 2001.

CARACTERISATION DU PROJET

Initiateur du projet :

Le Triangle J Council of Governments. C'est un des 18 conseils régionaux établis par l'assemblée générale des Etats-Unis en 1972. Il regroupe des gouvernements locaux volontaires des comtés de Caroline du Nord à savoir : Chatham, Durham, Johnston, Lee, Moore, Orange et Wake.

Le rôle de cette organisation sans pouvoir réglementaire est de répondre aux besoins de la région en termes de planification urbaine, de développement économique, de services médicaux d'urgence, de protection de l'environnement, de programmes pour les personnes âgées ou encore de services à l'information... L'équipe fournit également un nombre de services aux membres des gouvernements locaux, incluant des services de cartographie et de systèmes d'information géographique, conception et maintenance de sites internet, tests de drogue et d'alcool...

Le TJCOG coordonnait à cette époque plusieurs programmes régionaux dont un concernant les déchets solides (Solid Waste Program). Le but de ce programme était de réduire l'utilisation et l'élimination de matériaux dans la région et d'aider les gouvernements locaux à réduire les coûts de leur programme de gestion des déchets solides à travers une coopération régionale. Le programme initiait et coordonnait des projets, écrit des propositions de subvention, conduisait des programmes de recherche

et émettait des rapports. Il coordonnait également des rencontres régulières de responsables de la gestion des déchets solides au sein de gouvernements locaux ainsi que d'autres rencontres d'acteurs autour de problématiques spécifiques aux déchets solides.

Porteur du projet :

Idem initiateur.

Coordinateur du projet :

Idem initiateur.

Acteurs opérationnels :

Le TJCOG s'est entouré de partenaires multiples pour constituer l'équipe projet opérationnelle.

Partenaires universitaires (support technique et méthodologique et encadrement des étudiants mis à disposition) :

- Université de Caroline du Nord à Chapel Hill (*Department of City and Regional Planning, Chemical Engineering*)
- Université de Duke (*Nicolas School of the Environment*)

Partenaires industriels (relais entre les entreprises et l'équipe projet / connaissance du territoire d'étude, des entreprises, de leurs enjeux et de leurs contraintes):

- Greater Smithfield-Selma Chamber of Commerce
- Greater Raleigh Chamber of Commerce
- Greater Durham Chamber of Commerce

Partenaires institutionnels (support technique lors de l'identification de synergies) :

- Orange County Economic Development Commission
- Chatham County Economic Development Commission
- Lee County Economic Development Commission
- State of North Carolina's Division of Pollution Prevention and Environmental Protection

Beaucoup d'autres personnes et organisations ont fourni une aide précieuse à ce projet.

Territoire et périmètre d'étude :

Phase 1 (1997-1999) : L'échelle d'intervention du projet recouvre 6 comtés de Caroline du Nord (Chattam, Durham, Johnston, Lee, Orange and Wake), territoire d'une surface de 8500 km² pour environ 1 million d'habitants. Le périmètre d'étude ne concerne que 182 entreprises réparties sur les 6 comtés.

Phase 2 (2000-2002) : La réflexion est menée sur 8 zones industrielles (4 opérationnelles et 4 en développement).

Objectif :

L'objectif est de soutenir les organisations industrielles et institutionnelles en proposant des moyens de promotion de l'économie locale en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels.

A court terme : réduction des coûts d'élimination des matières résiduelles et des consommations d'énergie.

A plus long terme : répondre aux principes des sociétés durables.

Plus concrètement, la première phase avait pour objectif de trouver des solutions locales proposant une alternative à :

- la mise en décharge des déchets,
- l'élimination des effluents en station de traitement d'eau,
- l'élimination par un traiteur de déchets dangereux,
- le recyclage ou la réutilisation impliquant une grande distance de transport.

La seconde phase avait pour objectif d'identifier des opportunités d'économie d'énergie pour les installations industrielles, commerciales et institutionnelles basées sur la réutilisation de la matière à travers des partenariats inter-organisationnels.

D'autres initiatives de réduction d'énergie existent en Caroline du Nord et dans le monde dont les résultats sont atteints par des innovations individuelles. La particularité de ce projet est de chercher à réaliser cette économie d'énergie par une contribution collective ou un partenariat entre deux installations.

Financement :

De juin 1997 à mai 1999 : public

- L'Agence Américaine pour la Protection de l'Environnement (Environmental Protection Agency) a financé 90 % du projet, soit 162 888\$.
- La State of North Carolina's Division of Pollution Prevention and Environmental Protection) a fourni 1 875 \$.
- Des contributions approchant un total d'environ 16 000\$ ont également été faites par d'autres membres de l'équipe du projet (mise à disposition de ressources humaines et techniques).

De mai 2000 à juin 2002 : public

Agence Américaine pour la Protection de l'Environnement (Environmental Protection Agency).

Processus décisionnel :

De juin 1997 à mai 1999 :

- Consultation des trois universités de la région et des 6 autorités locales de développement économique ainsi que l'Agence de prévention de la pollution de l'Etat.
- Constitution d'un conseil consultatif composé de représentant de dix industries locales, visant à déterminer le meilleur moyen d'obtenir des industriels l'information recherchée.
- Consultation des représentants des industries ciblées sur deux points : d'une part, identifier parmi leurs sous-produits, ceux qui étaient susceptibles d'être réemployés par d'autres industries et, d'autre part, identifier parmi leurs intrants, ceux qui pourraient éventuellement provenir d'un autre procédé industriel.
- Parallèlement, les premiers mois du projet ont été consacrés à la conception et à la rédaction d'un document de 16 pages (« survey booklet ») devant servir de questionnaire auprès des industriels locaux et rassemblant les données disponibles de certaines installations industrielles et les données publiques sur les entreprises manufacturières présentes dans la région. Au total 90 installations ont été identifiées. Cette période a également été l'occasion de mobiliser un groupe d'étudiants sur le projet.

- Au cours de la première année (oct. 97 – sept. 98), l'équipe projet est entrée en contact téléphonique avec 343 entreprises, les invitant à participer au projet en remplissant un questionnaire et à le renvoyer par internet.
- Le questionnaire était une sorte de QCM détaillé. Pour s'affranchir du problème de confidentialité rendant les industriels réticents à la communication de leurs flux entrants et sortants, ces derniers avaient la possibilité de ne répondre qu'aux questions de leur choix. L'équipe projet a en effet préféré privilégier un retour de réponse massif, sans s'inquiéter si certains champs étaient incomplets, plutôt qu'un retour faible de questionnaires très complets.

Durant cette période les 182 entreprises qui ont accepté de participer à l'étude ont été visitées, d'abord par les étudiants participant à l'étude, préalablement formé à la réalisation d'entretiens.

L'utilisation d'une base de données pour identifier les synergies potentielles a commencé après que 60 usines aient rejoint le projet et remis les questionnaires. Celle-ci n'était pas directement accessible aux entreprises participantes. Seuls les membres de l'équipe projet pouvaient y introduire des données. Une base d'échange de matériaux sur le site internet du *North Carolina Department of Environment and Natural Resources* a également été utilisée : <http://www.p2pays.org>

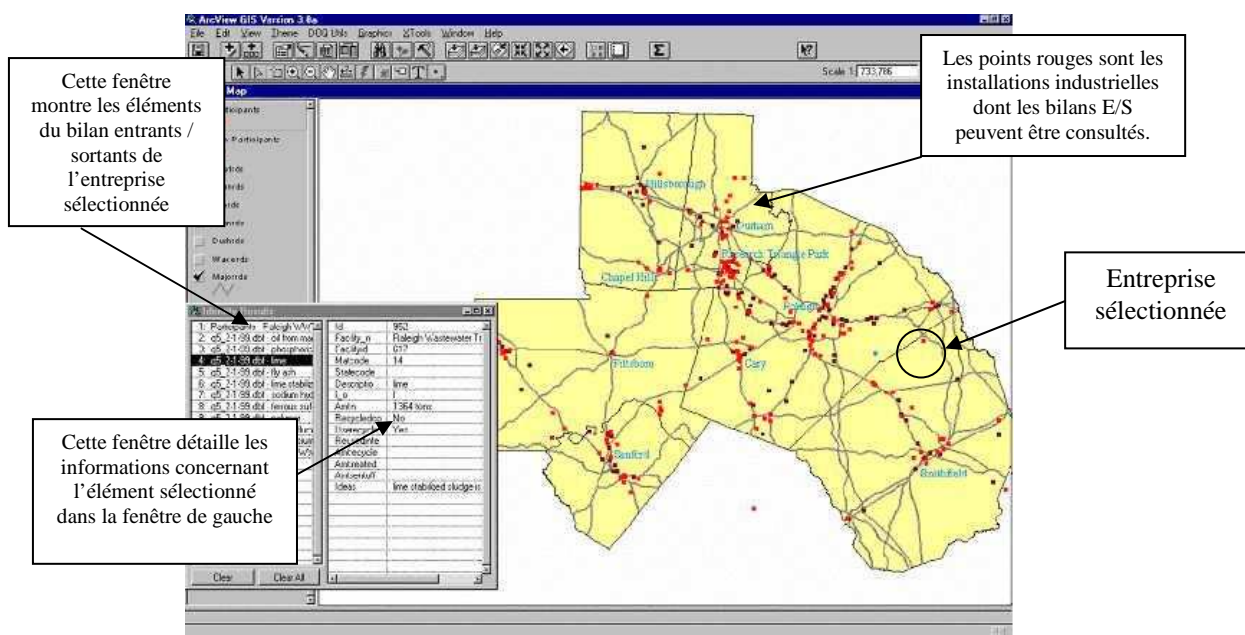
- Des rencontres supplémentaires ont ensuite été réalisées de manière à collecter des informations complémentaires nécessaires à l'identification de synergies.

A la fin de la première année, des opportunités de partenariats étaient identifiés pour 48 % des entreprises participantes.

- Au cours de la deuxième année (mai 98 – avril 99), les sites industriels étaient cartographiés et connectés à la base de données évoquée ci-dessus. Chaque site industriel visité a été localisé sur une carte, puis reporté sur un Système d'Information Géographique (SIG). 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 (les codes SIC (Standard Industrial Classifications) sont l'équivalent des codes NAF (Nomenclature des Activités Françaises)).

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

Sur cette illustration, le site de la station d'épuration de la ville de Raleigh a été sélectionné et apparaît donc avec un point bleu. Les points qui apparaissent en rouge correspondent aux entreprises ayant rempli le questionnaire d'étude, les points marrons correspondent aux autres entreprises.



- Trois groupes de travail ont ensuite été formés : un groupe de 6 usines dont trois sites de production pharmaceutique, un de 6 entreprises dont 3 spécialisées dans l'exploitation du bois et un troisième groupe chargé d'identifier des potentiels supplémentaires à partir des données recueillies. Le chef du projet a rencontré ces groupes pour leur présenter le concept de Kalundborg, à titre d'exemple et de projet référence.

La base de données et les différentes réunions organisées ont permis d'identifier de nombreuses opportunités de partenariats. Parmi les plus probables et en fonction du temps imparti au projet, 49 ont été sélectionnés et développés :

- Les éventuels partenaires ont été contactés et des rencontres ont été organisées pour explorer la pertinence des partenariats.
- Chaque partenariat a fait l'objet d'un document résumant ces potentialités. Durant les six derniers mois, des présentations restituant les résultats de l'étude ont été faites auprès d'une douzaine de groupes locaux intéressés par le projet comme les Chambres de Commerce, le Département d'Etat à l'Energie, et l'association d'Etat pour le recyclage.

Pendant toute la durée de l'étude, les chefs de projet ont partagé les méthodologies et les conclusions avec d'autres groupes impliqués sur des expériences similaires en cours sur le territoire national. Ces groupes étaient généralement engagés dans le développement de parcs éco-industriels, de politique d'écologie industrielles, ou de programmes relatifs à la prévention de pollution.

De mai 2000 à juin 2002 :

Identification de huit zones industrielles grâce à un travail collaboratif avec les différentes Chambre de Commerce et les Agences de développement économique de chacun des six comtés concernés par le projet. A chaque rencontre, les enjeux et les objectifs du projet ont été présentés, et des zones industrielles où pouvaient être développés des partenariats étaient suggérées. L'objectif était de retenir, au minimum, une zone industrielle dans chaque comté. Au total, huit zones industrielles ont été sélectionnées dont quatre en cours de planification.

De manière à identifier d'éventuelles opportunités, des rencontres ont été organisées avec les industriels concernant les zones industrielles existantes et les aménageurs concernant les parcs en développement.

Résultats :

De juin 1997 à mai 1999 :

Le projet a exploré des partenariats potentiels autour de 49 matériaux différents. Parmi ces 49 matériaux, seuls 12 présentaient un réel potentiel de mise en œuvre : l'acétone, le carbone, les déshydratants, l'acide hydrochlorique, le méthanol, les emballages, les sacs plastiques, l'hydroxyde de sodium et les résidus de l'industrie du bois (sciure, cendre, copeaux et poussière).

Un partenariat a été mis en œuvre autour de l'échange de méthanol :

Le méthanol a été identifié par le projet comme un sous-produit valorisable chez un producteur de résine urée-formaldéhyde. Le sous-produit est une solution à 80% de méthanol et 20% d'eau. Le méthanol est issu d'un procédé discontinu qui en produit une quantité d'environ 2500 gallons (~ 9500 l) chaque 10-12 jours. Ceci correspondant à un volume de 75 000 gallons (~ 284 000 l) de méthanol pur. Ce produit peut être utilisé par la station d'épuration (STEP) de la ville de Raleigh qui peut l'utiliser pour retirer l'azote à différentes étapes de son procédé de traitement d'eau, et particulièrement au niveau des filtres. Jusqu'alors, le méthanol était cédé à un fabricant d'antigel qui avait besoin de peu de volume et de façon saisonnière.

Malgré l'existence de barrières techniques et technologiques non négligeables, la synergie, économiquement très intéressante pour les deux entreprises, a été mise en place pendant plusieurs mois avant d'être finalement arrêtée pour des raisons « politiques ». Celles-ci sont liées à un scandale qui a remis en cause l'utilisation d'un autre sous-produit de la station : des boues d'épuration auraient été épandues sans autorisation. Ceci a de fait remis en question les pratiques de réutilisation de sous-produits des procédés industriels. Le méthanol, nouvellement introduit dans le procédé de la station et porteur d'autres inquiétudes sur la présence de formaldéhyde en très faible quantité dans la solution (moins de 0,1%), n'était pas très bien accueilli par les employés. Devant cette agitation, la direction de la station d'épuration a préféré s'affranchir du partenariat avec le producteur de résine. Malgré le respect des normes et l'aspect très lucratif de ce partenariat, l'échange a été suspendu. Aujourd'hui, le producteur de résine a arrêté la fabrication du produit dont était issu le méthanol, car sans marché pour celui-ci, l'activité n'est pas suffisamment rentable.

De mai 2000 à juin 2002 :

Plusieurs résultats intéressants émanent de cette phase de projet.

Exemples sur la zone industrielle existante de Sanford (comté de Lee) :

La zone industrielle du Comté de Lee accueille une série d'entreprises manufacturières que l'équipe projet a rencontrées à plusieurs reprises.

- Au cours des premières rencontres avec ces industriels, deux d'entre eux ont émis l'idée de composter les déchets organiques issus de leurs cantines respectives. Plusieurs rencontres ont été tenues à ce sujet pendant la durée du projet mais un changement de personnel au sein d'une entreprise a obligé le projet à suspendre ses explorations. Lors de la réalisation de son retour d'expériences international, Benoit Duret a appris, en rencontrant le responsable de la Commission chargée du

développement économique du Comté de Lee, que ce projet était relancé par les industriels eux-mêmes et qu'il était sur le point d'aboutir.

- Un partenariat a été développé au cours du projet entre un fabricant de pièces pour automobile et un laboratoire utilisant des costumes type Tyvek. Le laboratoire ne peut pas réutiliser ces costumes pour des raisons réglementaires, même si ces derniers ne sont pas usés. Cependant, le fabricant de pièces pour automobile peut les réutiliser pour des opérations de peinture. Malheureusement, aujourd'hui ce partenariat pourtant lucratif pour les deux entreprises 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 et l'activité du projet est aujourd'hui suspendue dans l'attente d'un financement qui permettrait d'assurer un suivi des projets identifiés. La restructuration de l'EPA et les coupes dans les budgets de l'administration du Président Georges W Bush ne permettent actuellement pas d'aller plus loin dans cette initiative.

CARACTERISATION DU CONTEXTE :

Origine du projet :

La première phase du projet a été lancée en 1997, à l'initiative du *Triangle J Council of Governments* et 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) :

Ce projet constitue également une continuité des travaux menés par le TJCOG dans le cadre du Solid Waste Program visant à accompagner les gouvernements locaux dans la mise en œuvre de solutions permettant de réduire les coûts inhérents à la gestion des déchets solides.

Contexte économique :

Les entreprises présentes sur les territoires d'étude appartiennent aux secteurs d'activités suivant : pharmaceutique, informatique, équipement pour la télécommunication.

Contexte social : nc.

Contexte politique :

Programme lancé par l'US BCSD, sous l'administration Clinton, dans le but d'expérimenter la démarche de l'écologie industrielle à l'échelle de parc d'activités en 1996.

Contexte environnemental : nc.

Contexte relationnel :

A travers les programmes menés par le TJCOG, les acteurs institutionnels locaux ont l'habitude de travailler ensemble à la résolution de problématiques communes, notamment dans le secteur de la gestion des déchets solides.

Nous ne connaissons pas la nature des relations entre les entreprises participantes et entre celles-ci et les institutions gouvernementales et économiques impliquées dans le projet.

Sensibilité environnementale des entreprises :

L'équipe projet a sélectionné des entreprises ayant déjà publié des rapports concernant l'impact de leur activité sur l'environnement, ce qui signifie que celle-ci sont un minimum sensibilisées aux problématiques environnementales et cherchent à réduire leur impact.

Landskrona Industrial Symbiosis Programme Landskrona - Suède

INFORMATIONS GENERALES

Landskrona Industrial Symbiosis Programme consiste à créer un réseau d'écologie industrielle impliquant une vingtaine d'entreprises dans un rayon de 4 km, et 3 organismes publics. Initié par l'IIIEE, de l'université de Lund, ce projet de symbiose a débuté en 2002 et a déjà vu émerger d'intéressantes synergies d'écologie industrielle.

Références documentaires :

- Duret B. *Premiers retours d'expériences en écologie industrielle : études de cas en Europe et en Amérique du Nord. Synthèse et perspectives.* In Les Cahiers de la Chaire d'Ecologie Industrielle, Université de technologie de Troyes, n°1, juillet 2007.
- Mirata M., Emtairah T. *Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: the case of the Landskrona industrial symbiosis programme.* Journal of Cleaner Production (13), pp 993-1002, 2005.
- Martin M. *Industrial Symbiosis and its Alignment with Regional Sustainability, Exploring the Possibilities in Landskrona,* Master thesis, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) at Lund University, Sweden, October 2004.
- Starlander J.-E. *Industrial Symbiosis: a Closer Look on Industrial Factors.* Master thesis, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) at Lund University, Sweden, October 2003.

CARACTERISATION DU PROJET

Initiateur du projet :

International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE), de l'Université de Lund.

Porteur du projet :

La Municipalité de Landskrona.

Coordinateur du projet :

Idem initiateur.

Acteurs opérationnels :

Chercheurs et étudiants de l'Université de Lund constituent les principaux acteurs opérationnels de ce projet. L'IIIEE a réalisé les études de faisabilité technique du projet, en ligne sur le site internet www.iiiee.lu.se

Un comité de pilotage a été constitué et comporte :

- Le Département Environnement de la Municipalité de Landskrona

Il assure une bonne connaissance des entreprises du parc industriel et de leurs performances environnementales. Il doit contribuer à trouver des aires de synergies

potentielles, conseiller le réseau sur la réglementation environnementale et ses évolutions.

- l'Office pour les Affaires et l'Industrie

Il assure l'implantation de nouvelles entreprises, publications sur les industries implantées à Landskrona, organisations de rencontres thématiques, participation active au sein du groupe de certifications ISO 14000.

- le Département Technique de la Municipalité de Landskrona

Il s'occupe du système DH, donc du système énergétique de la ville. Il est aussi chargé de la maintenance du système DH, de la voirie et du réseau ferré.

- La Municipalité de Landskrona

Outre son aspect de financeur, elle joue également un rôle de coordinateur dans la démarche au sein du comité de pilotage. Elle a largement favorisé le lancement du réseau en publiant l'appel à projet initial auquel l'Université a répondu favorablement.

Territoire et périmètre d'étude :

Le projet de symbiose industrielle se déroule à Landskrona. Le périmètre d'étude comporte 19 entreprises situées dans un rayon de 4 km..

Objectif :

Il s'agit d'un projet de recherche expérimentale visant à analyser l'influence des facteurs organisationnels sur le développement de réseaux d'écologie industrielle. L'objectif du projet était de relancer l'économie locale, relancer l'emploi et réduire l'impact environnemental des activités. A l'échelle des entreprises concernées, il s'agissait d'augmenter les avantages concurrentiels des entreprises de Landskrona en recherchant des collaborations possibles visant à :

- réduire les coûts de gestion des déchets, de lutte contre la pollution, de gestion environnementale, d'approvisionnement en ressources,
- réduire les coûts opérationnels,
- développer de nouveaux produits et générer de nouvelles sources de revenus,
- améliorer leur image en termes de performance environnementale.

Financement :

Un appel à projet a été lancé par la Municipalité de Landskrona qui est l'un des financeur.

Les fonds proviennent de l'agence nationale Suédoise pour le développement économique (Swedish Business Development Agency NUTEK).

Processus décisionnel :

En été 2002 ont débutés les premiers travaux de mise en œuvre du réseau de symbioses industrielle. Ce n'est qu'en 2003 que le projet de recherche de synergies d'écologie industrielle au sein de ce réseau a vu le jour, concernant une vingtaine d'entreprise et 3 organisations publiques.

Les synergies potentielles ont été identifiées par les moyens suivants :

- Analyse initiale du territoire, des entreprises et des échanges existants (par le biais d'interview),
- Sensibilisation des acteurs :

Au début du projet, les acteurs dont la participation au réseau était désirable ont été informés, de manière collective, sur les objectifs du programme. Cette information a

été délivrée à l'occasion d'un séminaire durant lequel divers challenges environnementaux ont été discutés. Les participants ont également été informés de la méthodologie proposée pour la mise en œuvre de ce programme, des éventuelles difficultés à venir, ainsi que la manière de contourner ces obstacles grâce à la complémentarité de leurs compétences et de leurs pouvoirs.

Ainsi, l'objectif de cet événement était d'amener les participants à réfléchir collectivement à ces problématiques de manière à les sensibiliser aux challenges environnementaux et aux bénéfices du travail en réseau. Il s'agissait par ailleurs de mettre en évidence l'existence d'objectifs et de bénéfices communs.

Des groupes de travail thématiques ont également été mis en œuvre de manière à constituer des espaces de rencontre et de discussion entre des acteurs aux problématiques communes (énergie, déchets matériels et chimiques, combustibles alternatifs, transport, eau et management environnemental). Les participants à ces groupes de travail avaient pour consigne de ne pas limiter leur réflexion aux solutions traditionnelles mais de privilégier les interfaces intersectorielles.

- Collecte des données via un questionnaire téléchargeable depuis le site internet du projet.
- Analyse des données
- Etude approfondie des secteurs qui pourraient donner lieu à des collaborations potentielles

Des visites d'entreprises pour l'ensemble du réseau ont également été organisées.

Résultats :

Synergies intersectorielles :

- Énergie : Le système "District de Chaleur" de la Municipalité, récolte de l'énergie puis la redistribue. Elle provient de l'excédent d'énergie de deux entreprises, et de boues organiques divers.
- Produits chimiques, combustibles : récupération de déchets d'imprimerie, régénération de solvants, utilisation de déchets de l'industrie chimique pour lier des déchets organiques agricoles et en faire des briquettes, échange de substances chimiques, réutilisation de produits chimiques.

Mutualisation de services :

- Certification: mise en place de groupes de certifications inter-entreprises (backcasting)
- Logistique : Implantation d'une entreprise de logistique sur une plateforme multimodale ; elle centralise les activités logistiques de beaucoup d'entreprises du projet IS.

Autres :

- Plateformes de stockage,
- Partage du savoir et des connaissances,
- Partage matériel et humain,
- Recyclage de ferrailles,
- Récupération de matière

A l'issue de l'étude, la Municipalité de Landskrona a décidé de construire un incinérateur de déchets.

CARACTERISATION DU CONTEXTE :

Origine du projet :

Le projet de symbiose industrielle a été lancé en 2002 à la suite d'une période de rencontre et de discussions entre l'IIIEE et un certain nombre d'acteurs privés et publics locaux. Des synergies relatives à des échanges de produits organiques étaient déjà opérationnelles à Landskrona. L'objet du projet de symbiose était donc de systématiser cette approche en identifiant d'autres collaborations potentielles et en facilitant la mise en œuvre.

Contexte économique :

Situation stratégique de Landskrona : port maritime, connexion aux réseaux ferré et routier, proximité des villes de Copenhague (km) et Malmö (km).

Le prix du logement est assez bas.

Le développement de nouvelles activités économique est possible grâce à la présence de terrains inoccupés.

Forte activité industrielle dans cette ville de 38 000 habitants

Suite à la crise environnementale de 1980 (voir contexte environnemental), la municipalité de Landskrona, sous la pression des riverains, s'est engagée dans une reconversion des activités locales : création d'un centre de développement des affaires, favorable à l'implantation de petites entreprises, et ouverture d'un nouveau chantier naval exclusivement axé sur le recyclage.

Les entreprises du périmètre d'étude appartiennent aux secteurs économiques suivants : énergie, industrie chimique, prestataires de l'industrie automobile, le recyclage de déchets, l'agro-business, l'industrie cimentière, eau.

Contexte social : nc.

Contexte politique :

National : Le gouvernement suédois a fixé 15 objectifs de qualité environnementale à atteindre d'ici à 2020, basés sur 3 thèmes : la protection de l'environnement, les approvisionnements durables, l'utilisation énergétique raisonnée.

Régional : En 1999, lancement d'un programme de développement régional dont l'objectif est d'améliorer la croissance, l'attraction, la durabilité, et l'équilibre régional via l'économie, l'industrie et l'emploi, la protection environnementale et la qualité de vie.

Local : La ville de Landskrona s'est engagée dans la rédaction de son Agenda 21.

Contexte environnemental :

Dans les années 1970, le chantier naval constituait le principal secteur d'activités. Il employait plus de 4000 personnes (sur 30 000 habitants). A partir de 1980, un scandale environnemental est apparu à cause de présence de nombreux sites pollués par la forte activité industrielle (chantier naval, production de fertilisant).

Contexte relationnel :

Des synergies relatives à des échanges de produits organiques étaient déjà opérationnelles à Landskrona.

L'initiateur a déjà mené des actions collectives relatives à l'environnement auprès des entreprises.

Sensibilité environnementale des entreprises :

De nombreux changements sont survenus ces 30 dernières années, les entreprises locales ont améliorées leurs performances environnementales de 75 %, les gros pollueurs se sont alignés sur les engagements environnementaux locaux ou ont quitté le site. Les certifications ISO14000 se sont multipliées.

Il semble que la sensibilité environnementale des entreprises soit assez significative, en raison notamment des actions antérieures menées par l'IIEEE. Un projet sur la production propre a en effet été mené de 1987 à 1989.

Kwinana Industrial Synergies Project Kwinana - Australie

INFORMATIONS GENERALES

Le Kwinana Industrial Area (KIA), dans l'Etat de l'Australie de l'ouest est une zone industrielle dominée par l'industrie lourde. Bon nombre de synergies d'écologie industrielle (47) se sont créées spontanément entre les acteurs économiques de ce territoire depuis plus d'une dizaine d'années. Un projet de recherche de nouvelles synergies, lancé en 2002, a permis d'identifier 38 nouvelles synergies potentielles. La faisabilité technique et économique est actuellement étudiée pour 6 d'entre elles. Ce projet est en cours de réalisation. Il fait partie d'un projet de recherche plus global mené sur trois territoires d'expérimentation dont deux en Australie et un en Afrique du Sud.

Références documentaires :

- Van Beers D., Bossilkov A., Van Berkel R. *Industrial Symbiosis as an Integrative Business Practice in the Kwinana Industrial Area: Lessons Learnt and ways forward*. In 11th International Sustainable Development Research Conference-Finland, 2005.
- Van Beers D., Bossilkov A., Van Berkel R. *Capturing Regional Synergies in the Kwinana Industrial Area*. Status Report, 2005.
- Van Beers, D., Corder, G., Bossilkov, A. and Van Berkel, R. (2007) *Industrial symbiosis in the Australian minerals industry: The cases of Kwinana and Gladstone*. Journal of Industrial Ecology, 2007, vol. 11, n°1, pp. 55-72.

CARACTERISATION DU PROJET

Initiateur du projet :

Le projet a été initié par le Kwinana Industrial Council (KIC). C'est une association regroupant les directeurs de l'ensemble des plus grosses entreprises de la zone, et de la majorité des plus petites. Créée en 1991 sous l'impulsion de la collectivité, son objet est de contribuer et promouvoir une co-existence durable des entreprises de Kwinana, de la communauté et de l'environnement. C'est un acteur important de la région, il favorise et dynamise des projets éducatifs, sanitaires, environnementaux, etc.

Porteur du projet :

Kwinana Industrial Council (KIC).

Coordinateur du projet :

Kwinana Industrial Council (KIC).

Acteurs opérationnels :

The Center for Sustainable Resource Processing (CSRP), du Center of Excellence in Cleaner Production de l'université de technologie de Curtin apporte les connaissances

scientifiques et méthodologiques au projet. Concernant le territoire de Kwinana, il travaille en étroite collaboration avec les plus grosses entreprises du KIC.

Les Universités partenaires du projet de recherche dans lequel s'inscrit cette expérimentation sont également des acteurs opérationnels.

Territoire et périmètre d'étude :

L'un des territoires sur lequel le projet est mis en œuvre est la zone industrielle de Kwinana. Dans le cadre de cette analyse, nous ne nous intéresserons pas autres territoires. Le périmètre d'étude concerne l'ensemble des entreprises présentes (37) sur la zone et 15 entreprises voisines.

Objectif :

L'objectif du projet est d'identifier de nouvelles synergies d'écologie industrielle sur le périmètre d'étude, et de les mettre en œuvre après en avoir analysé la faisabilité technique et économique.

Cependant, ce projet fait partie d'un programme de recherche qui, au-delà de l'expérimentation, vise également un objectif de développement d'outils et d'éléments méthodologiques :

- Développer des outils technologiques pour l'identification et l'évaluation des synergies,
- Evaluer la faisabilité de mise en œuvre des synergies étudiées sur les territoires du projet, y compris la zone industrielle de Kwinana,
- Identifier des mécanismes (financiers, réglementaires, organisationnels, etc.) facilitant la mise en œuvre de synergies..

Financement :

The Center of Research for Sustainable Resource Processing (CRSP), créée et financé par le centre de recherche coopératif du gouvernement Australien, et dans une moindre mesure, l'Australian Research Council.

Processus décisionnel :

Rappel : Les premières synergies d'écologie industrielle ont été mises en œuvre spontanément avant 2002 (32 échanges de co-produit et 15 mutualisations d'infrastructure soit 47 au total). C'est à la suite d'une étude économique démontrant la rentabilité de ces échanges qu'un programme de recherche de nouvelles opportunités d'écologie industrielle a été mis en œuvre. Celui-ci prévoit une démarche en 5 étapes :

Etape 1 : Planification et organisation

Finalités : obtenir l'engagement des parties prenantes, organiser la participation des membres de l'équipe, allouer les tâches et les responsabilités et établir le planning prévisionnel.

Après avoir défini le périmètre d'étude, une première visite aux entreprises a permis de leur présenter le projet, d'aborder la question de la confidentialité et de leur proposer des accords, ainsi que de collecter un premier lot de données grâce à un questionnaire standard. Si l'entreprise s'engageait à participer, le bilan complet des flux de matières et d'énergie était à renvoyer, par la suite, à l'équipe projet.

Etape 2 : Etude préliminaire

Finalité : Identifier et formuler des pistes de synergies grâce aux moyens suivants :

- une base de données Access élaborée pour les spécificités du projet. Les données collectées ont pu être stockées et analysées. Celle-ci permettait d'effectuer, de

manière automatique, des recherches de synergies de substitution entre les entreprises participantes.

- l'analyse des rapports antérieurs relatifs aux opportunités de synergies à Kwinana,
- les échanges menés lors des premières visites d'entreprises,
- 3 groupes de travail organisés sur 3 demi-journées sur les thèmes de l'eau, de l'énergie et des produits organiques, avec les industriels susceptibles d'être concernés.

Etape 3 : Analyse

Finalité : Ne retenir que les synergies réalisables et rentables et les hiérarchiser.

Etape 4 : Etudes de faisabilité

Réalisation d'études technico-économiques, environnementales et sociales, ainsi que d'analyses de risques, afin de vérifier la faisabilité des synergies retenues.

Etape 5 : Mise en œuvre et poursuite du projet

Cette dernière étape consistera à mettre en place les projets de synergies dont la faisabilité aura été démontrée précédemment. Cette étape sera alors confiée aux acteurs opérationnels, à savoir les entreprises concernées par les synergies. L'équipe projet pourra assurer un suivi et délivrer des conseils.

De nouveaux objectifs seront ensuite fixés pour la poursuite du projet (retour à l'étape 2).

Résultats :

47 synergies ont été créées spontanément entre les acteurs économiques de ce territoire depuis plus d'une dizaine d'années (32 échanges de co-produit et 15 mutualisations d'infrastructure). De nombreuses synergies sont décrites dans le rapport de 2005 de Dick Van Beers « Capturing Regional Synergies in the Kwinana Industrial Area ».

Dans le cadre du programme d'identification de nouvelles synergies, 87 ont été identifiées à l'issue de l'étape 2. Elles concernent l'échange d'un co-produit (57 %), d'un flux énergétique (26 %), d'eau (9 %), ou encore le partage de services ou d'infrastructure (8 %). Le taux de participation des entreprises visitées est de 69 % au global (81% dans la zone). Sur les 87 synergies identifiées, 38 ont été considérées comme réalisables et ont été classées par ordre de priorité.

5 thématiques sont actuellement approfondies l'Université de Curtin. Il s'agit des pistes de synergies les plus pertinentes, les plus problématiques ou concernant plusieurs entreprises de la zone :

- La recherche de synergies hydriques entre les 10 plus gros consommateurs d'eau : échanges, mutualisation des installations de stockage et de traitement,
- La réutilisation de silice, de zircon et de chaux générés par plusieurs entreprises,
- La réutilisation des filtres issus du traitement des eaux usées
- La réutilisation de résidus organiques (grains et poussières) par d'autres procédés que le compost,
- La réutilisation des résidus de chaleur.

Par ailleurs, l'équipe projet encourage également les entreprises à mutualiser de l'information et des connaissances concernant les meilleures pratiques relatives à la gestion de l'eau.

La phase 4 est actuellement en cours de réalisation.

CARACTERISATION DU CONTEXTE :

Origine du projet :

1991 : Réflexion collective menée au sein du KIC autour de la gestion de l'eau et de la fourniture de gaz industriels.

1997 et 1999 : installation des deux unités de co-génération. Les premières interactions entre les entreprises ont alors été créées.

2001 : le KIC décide de lancer une étude sur l'impact économique de la zone industrielle de Kwinana, incluant une analyse des flux de matières et d'énergie. Cette étude met en évidence une complexité croissante des interactions entre les entreprises de la zone depuis 1990. En effet, d'une part le nombre d'entreprises a considérablement augmenté, d'autre part, la nature des activités économiques, et des flux qui en résultent, ainsi que l'existence d'une proximité organisationnelle entre les chefs d'entreprises, sont autant d'éléments favorables à la mise en œuvre spontanée de synergies d'écologie industrielle.

2002 : au vu des conclusions de cette étude démontrant la rentabilité économique des synergies existantes, le KIC lance un programme de recherche complémentaire de synergies entre entreprises présentes sur le site de Kwinana : le « Kwinana industrial synergies project ». En effet, seules les synergies les plus évidentes semblent avoir été mises en œuvre. Il existe un potentiel important pour d'autres projets plus complexes, nécessitant une expertise technique et économique, difficile à mener sans support dédié.

Contexte économique :

Kwinana a un poids important dans l'économie de l'Etat d'Australie de l'Ouest.

L'activité économique du territoire est dominée par l'industrie lourde, dont les produits sont destinés à l'exportation. L'Australie occidentale possède en effet peu de ressources énergétiques mais de très riches gisements miniers. La zone industrielle emploie 3600 personnes et génère 25000 emplois indirects.

La zone comprend notamment des unités de production d'alumine, de nickel, de nombreuses industries chimiques et pétrochimiques, une unité de co-génération, deux centrales thermiques, une unité de traitement des eaux usées et deux usines de production de gaz industriels.

La zone est également dotée d'un terminal d'import/export et d'installations portuaires (Fremantle Port Authority).

Contexte social :

70 % des personnes travaillant dans la zone vivent dans la région. Les salariés des entreprises impliquées sont donc, pour la plupart, concernés personnellement par l'impact environnemental de l'activité industrielle de la zone.

Pression croissante des riverains (et des autorités locales) sur les entreprises en raison de leurs impacts sur l'environnement (rejets dans l'air et dans l'eau).

Contexte politique :

La ville de Kwinana met l'accent sur l'éducation, l'emploi et sur l'insertion du monde industriel dans la vie collective. Elle est très impliquée dans la gestion et la protection de l'environnement. C'est sous son impulsion que le KIC (Kwinana Industrial Council) a été fondé en 1991. Une plate-forme de communication a notamment été créée pour assurer le dialogue social entre les entreprises, la communauté, et les institutions

gouvernementales locales (municipalité de Kwinana) et régionales (Etat d'Australie de l'Ouest).

Contexte environnemental :

Cette région est très riche en ressources naturelles telles que l'acier, la bauxite, l'or, le nickel, les sables minéraux, le gaz naturel, le pétrole et le charbon.

Le site industriel de Kwinana est situé près de zones résidentielles, et côtoie un environnement marin fragile

Contexte relationnel :

De par ses missions, le KIC entretient des relations avec les entreprises de la zone, ainsi qu'avec les institutions gouvernementales. Dans le cadre de ses missions, la plate-forme de communication permet la réunion bimestrielle des riverains, des entreprises et des autorités locales de manière à résoudre les tensions relatives à la pression croissante exercée sur les entreprises. Aujourd'hui la situation initialement conflictuelle a laissé la place au dialogue et à l'échange.

Appartenant à la même association d'entreprises, ces dernières se connaissent et ont eu l'occasion d'échanger de l'information et de mener des projets collectivement, avec le soutien de l'association. La mise en œuvre, dans le passé, de 47 synergies d'écologie industrielle confirme l'existence d'un haut niveau de collaboration entre les entreprises de la zone.

Sensibilité environnementale des entreprises :

Grâce aux réflexions collectives menées auparavant au sein du KIC, les entreprises impliquées dans le projet disposent d'une certaine sensibilité environnementale.

En 1991 par exemple, une réflexion collective a été menée au sein du KIC autour de la gestion de l'eau et de la fourniture de gaz industriels.

Parc Industriel de Burnside, Halifax Nouvelle-Ecosse, Canada

INFORMATIONS GENERALES

Le Parc industriel de Burnside est situé dans la Municipalité Régionale de Halifax en Nouvelle-Ecosse, au Canada. Développé dans les années 1960, le parc fait l'objet, depuis 1992, de recherches multidisciplinaires et de programmes de développement initiés et suivis par *The School for Resource and Environmental Studies* de l'Université de Dalhousie avec la collaboration d'autres Universités de la Municipalité Régionale de Halifax, en vue d'y examiner l'application des principes d'écologie industrielle.

Références documentaires :

- Duret B. Premiers retours d'expériences en écologie industrielle : études de cas en Europe et en Amérique du Nord. Synthèse et perspectives. In Les Cahiers de la Chaire d'Ecologie Industrielle, Université de technologie de Troyes, n°1, juillet 2007.
- Côté R. P., Cohen-Rosenthal E. *Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences*. Journal of cleaner production, 1998.

CARACTERISATION DU PROJET

Initiateur du projet :

La School for Resource and Environmental Studies de l'Université de Dalhousie.

Porteur du projet :

1ère et 2ème phase : 1992 – 1998 :

La School for Resource and Environmental Studies de l'Université de Dalhousie

2ème phase : depuis 1998 :

Eco-Efficiency Centre. Véritable catalyseur de la démarche, cette organisation à but non lucratif, rattaché à l'Université de Dalhousie, travaille pour l'amélioration des performances environnementales et financières des petites et moyennes entreprises en Nouvelle-Ecosse tout en encourageant les démarches de coopération. Le centre a été créé avec la participation de l'Université de Dalhousie, Nova Scotia Power Inc (principal producteur d'électricité en Nouvelle Ecosse), le département de l'Environnement de la Nouvelle-Ecosse et le gestionnaire du Parc de Burnside, à savoir la Municipalité Régionale de Halifax.

Sa mission est :

- de soutenir la création de réseaux d'échange d'informations et de matières,
- de fournir de l'information,
- d'effectuer des audits environnementaux,
- de supporter des programmes de formation et de sensibilisation au sein des entreprises.

Coordinateur du projet :

Idem porteur.

Acteurs opérationnels :

- la School for Resource and Environmental Studies de l'Université de Dalhousie (réalisation des études).
- Eco-efficiency Center (depuis 1998 seulement).

Territoire et périmètre d'étude :

Le projet est mené à l'échelle du Parc Industriel de Burnside.

Le périmètre d'étude de la première phase (Industrial Park as an Ecosystem Project) concerne 278 entreprises du Parc.

Depuis 1995, les démarches menées par l'Eco-efficiency Center sont susceptibles de concerner l'ensemble des entreprises du parc.

Objectif :

Initié par l'Université de Dalhousie, il s'agit d'un projet de recherche expérimentale dont l'objectif est d'examiner l'application des principes de l'écologie industrielle à l'échelle du parc. Il consiste à faire évoluer le parc de manière à ce qu'il passe d'un fonctionnement « immature » au sein duquel dominant les flux linéaires de matières entre producteurs et consommateurs vers un système dans lequel un nombre de plus en plus important de matières et de produits sont « bouclés ».

Cette approche est notamment rendue possible par une combinaison de politique de gestion des ressources, d'outils de régulation, d'instruments économiques, d'information et de sensibilisation.

Financement :

La création du Centre d'Eco-Efficacité a été soutenue financièrement par l'Université de Dalhousie, *Nova Scotia Power Inc.*, mais aussi *Atlantic Canada Opportunity Agency* (ACOA) (Agence de promotion économique du Canada atlantique¹⁰⁵, le *Resources Recovery Funds Board* (RRFB), la *Halifax Regional Municipality* et la Fondation *Salamander*.

Les projets menés ponctuellement par l'Eco-Efficiency Center sont amenés à être co-financés par les entreprises et la municipalité régionale.

Processus décisionnel :

1^{ère} phase 1992-1995 : « Industrial Park as an Ecosystem » :

Première étude guidée par le Professeur Ray Côté de l'Université de Dalhousie, menée auprès de 278 entreprises du Parc. Il s'agissait de réaliser un premier inventaire des pratiques et des opportunités de développement dans la réutilisation de matériaux. Les résultats ont bien montré que les entreprises soutenaient le principe de réutilisation des déchets mais n'étaient pas encore prêts à entreprendre des actions systématiques.

2^{ème} phase : 1995-1998 : création de l'Eco-efficiency Center

¹⁰⁵ L'ACOA a pour but d'améliorer l'économie des diverses collectivités de la région de l'Atlantique en favorisant la mise sur pied d'entreprises et la création de possibilités d'emplois

- 1995 : Mise en place d'un centre qui, basé sur les résultats de l'étude précédente, fournit aux industriels des informations concernant les méthodes et techniques de réductions de déchets, de prévention de pollution ou de production plus propre. Un accompagnement dans la mise en place d'actions simples d'éco-efficacité s'est organisé. Ces améliorations ont engendré des bénéfices économiques et environnementaux à des échelles individuelles ou sur la base de partenariats. Les exemples suivants donnent un aperçu concret des types d'actions et de partenariats entrepris :
 - Mise en œuvre d'un système individuel de recyclage des solvants dans une entreprise de peinture automobile.
 - Reprise de copeaux de polystyrène issus d'une entreprise du secteur informatique par une entreprise d'emballage.

D'autres initiatives ont été menées sur le parc. Une étude sur les pratiques d'emballage a notamment été réalisée et a mis en évidence le large potentiel de réduction, de réutilisation et de recyclage dont les entreprises du parc disposaient.

- Mars 1996 : fin de la phase expérimentale du centre précédemment créé. Celui-ci avait démontré qu'il pouvait être un atout intéressant pour les entreprises mais le contexte ne permettait pas encore de formaliser la démarche d'écologie industrielle.
- 1998 : sous l'influence de la nouvelle stratégie de gestion des déchets de la Municipalité Régionale de Halifax, le centre d'Eco-Efficacité de Burnside est créé (Eco-Efficiency Centre). Ce centre va endosser le rôle de « facilitateur » dans la mise en œuvre de la démarche d'écologie industrielle sur le Parc de Burnside.

3^{ème} phase : depuis 1998 :

Poursuite de l'application des principes de l'écologie industrielle sur le Parc via les missions de l'Eco-efficiency Center.

- Pour renforcer la mobilisation des entreprises autour des pratiques environnementales, un programme appelé « Eco-business » a notamment été lancé en 1999 par le Centre et requière l'adoption par les entreprises d'un code d'éco-efficacité et d'excellence environnementale visant la minimisation de leur impact sur l'environnement et la maximisation des profits, en engageant des actions sur le long terme. Un concours est également organisé donnant droit à des awards.
- Mise en œuvre d'une bourse aux déchets gérée par l'entreprise Nova Scotia, libre d'accès.
- Eco-Efficiency Center propose aux PME du Parc de calculer leur empreinte écologique de manière à mieux connaître leur impact sur l'environnement.
- Audit environnemental et énergétique gratuit

PEER : partner in Engine Emissions Reduction. En s'associant à ce programme, les entreprises qui le souhaitent s'engagent à réduire leurs émissions de GES et à sensibiliser leur personnel.

Résultats :

De nouvelles opportunités d'emploi et de création d'entreprises apparaissent régulièrement grâce à la mise en œuvre des solutions d'écologie industrielle dont les exemples suivent :

Bouclage des matières :

- Fibre papier (exemple : *Scotia Recycling*),

- Régénération d'huiles usées (*Envirosystems*),

Réutilisation de la matière

- Matériaux de construction (*Happy Harry's Used Building Materials*),
- Unité de compostage (*Miller Composting Facility*),

Aujourd'hui, environ 15% des entreprises sur le Parc fournissent des services de location, de réparation, de valorisation, de refabrication ou de recyclage.

Le Parc de Burnside s'agrandit : construction de nouvelles voies d'accès et mise à disposition de terrains pour de nouvelles entreprises.

Par ailleurs, l'un des principaux objectifs du Centre d'Eco-Efficacité est la création d'une association d'entreprises avec des objectifs partagés.

CARACTERISATION DU CONTEXTE :

Origine du projet :

Présence de l'Université de Dalhousie à proximité du parc de Burnside, constituant un terrain d'expérimentation idéal.

Transfert du concept de l'écologie industrielle du milieu de la recherche vers le milieu industriel.

Contexte économique :

Le Parc industriel de Burnside est aujourd'hui l'un des plus grands parcs au Canada mais aussi l'un des plus performants. Il s'étend sur 1400 ha et regroupe 1300 petites et moyennes entreprises qui emploient approximativement 17000 personnes.

Halifax est la Capitale de la Nouvelle-Ecosse et un des principaux centres économiques sur la côte est du Canada. Elle représente aussi la plus grande agglomération à l'est de Montréal et au nord de Boston, avec une population d'environ 370 000 habitants, en constante évolution et devant atteindre 450 000 en 2020.

L'économie de la région repose principalement sur des secteurs en croissance tels que l'énergie, les sciences de la vie, et les technologies de l'information de la communication.

Les transports représentent un atout important pour la ville de Halifax. La présence du port maritime, d'un aéroport, de grands axes autoroutiers, et d'un terminal ferroviaire contribuent à l'attraction de nouvelles activités.

Contexte social :

La population de Halifax est très jeune. Le Greater Halifax est en effet un pôle de formation de grande importance avec le plus grand nombre d'institutions post-secondaires per capita de toute l'Amérique du Nord.

Contexte politique :

A la même époque la Province de Nouvelle-Ecosse devait faire face à des difficultés liées à l'élimination des déchets solides en décharges (conséquences d'une mauvaise conception initiales : fuites de lixiviat, odeurs, présence d'oiseaux...). Sous la pression de la société civile et des riverains, réclamant le rachat de leur habitation par la Municipalité, celle-ci a décidé d'adopter une nouvelle stratégie de gestion des ressources incluant une série d'interdictions de mise en décharge pour des matériaux recyclables ou compostables.

Les municipalités environnantes ont également dû revoir leur système de gestion de déchets solides. La Municipalité Régionale de Halifax (MRH), en addition à d'autres efforts, est devenue membre de la « Canadian Federation of Municipalities » qui exige de ses membres une réduction de 20% de leurs émissions de gaz à effet de Serre.

Contexte environnemental : nc.

Contexte relationnel :

De bonnes relations existent entre l'équipe de recherche ayant initialisé les travaux, la municipalité de Halifax gestionnaire du parc, et l'entreprise Nova Scotia.

Les relations entre les entreprises sont quasi-inexistantes lors de la création du projet, d'où le déploiement de l'Eco-Efficiency Center qui, à travers ces missions, structure petit à petit le contexte organisationnel favorable à la mise en œuvre de l'écologie industrielle entre les entreprises de la zone

Sensibilité environnementale des entreprises :

Grâce notamment aux actions de l'Eco-efficiency Center, la sensibilité environnementale des entreprises s'améliore considérablement :

- Calcul de leur empreinte écologique,
- Audit environnemental et énergétique,
- Programme « Eco-Business ». L'objectif de ce programme est double : accroître la sensibilité environnementale des entreprises de manière à ce qu'elles soient plus réceptives aux futures synergies d'écologie industrielle, et renforcer les relations et la coopération entre les entreprises.
- PEER : partner in Engine Emissions Reduction.

Inter-Industrial Material Flow Management Heidelberg, région de la Rhine-Neckar, Allemagne

INFORMATIONS GENERALES

Ce projet de recherche expérimentale, initié par un institut allemand spécialisé dans l'analyse économique et environnementale (IUWA), a débuté dans la Région Rhine-Neckar dans le milieu des années 1990. Deux phases marquent son déroulement : de 1996 à 1998, il portait sur un noyau d'entreprises appartenant à la zone industrielle de Pfaffengrund ; à partir de 1998, il s'est élargi à l'ensemble de la région Rhine-Neckar grâce à la création d'un réseau d'échanges et de collaborations interindustriels. Depuis 2003, ce réseau est coordonné par la municipalité de Heidelberg.

Références documentaires :

- Duret B. *Premiers retours d'expériences en écologie industrielle : études de cas en Europe et en Amérique du Nord. Synthèse et perspectives.* In *Les Cahiers de la Chaire d'Ecologie Industrielle*, Université de technologie de Troyes, n°1, juillet 2007.
- Sterr, T., Ott T. *Instruments for the promotion of a sustainability oriented management of waste by inter-industrial coordination within an industrial region.* ERSA conference papers ersa02p254, European Regional Science Association, 2002.
- Sterr T., Ott T. *The industrial region as a promising unit for eco-industrial development – reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology.* Journal of Cleaner Production, vol 12, 2004, pp. 947-965.

CARACTERISATION DU PROJET

Initiateur du projet :

L'IUWA (Institute for Eco-Industrial Analysis) : institut allemand spécialisé dans l'analyse économique et environnementale.

Porteur du projet :

L'IUWA, puis la Municipalité de Landskrona depuis 2003.

Coordinateur du projet :

Idem porteur.

Acteurs opérationnels :

L'IUWA (Institute for Eco-Industrial Analysis) principalement, travaillant en partenariat avec :

- Le Département d'économie politique de l'Université d'Heidelberg

- Le Département de Géographie de l'Université de Mannheim
- Les entreprises membres du réseau d'échange. Certaines ont endossé un rôle de coordination.
- La municipalité de Heidelberg et son récent Parc Technologique
- La Chambre de Commerce et d'Industrie de la Section de Rhine-Neckar.

Territoire et périmètre d'étude :

Zone industrielle de « Heidelberg pfaffengrund » dans un premier temps (le périmètre d'étude ne concerne alors que les 14 entreprises qui ont accepté de participer sur la trentaine d'entreprises présentes sur la zone), puis la région de la Rhine-Neckar comprenant les villes de Mannheim, Ludwigshafen et Heidelberg dans un second temps (les 14 entreprises précédentes + 6 autres).

Objectif :

L'objectif est d'expérimenter l'écologie industrielle sur le terrain. Activité de recherche expérimentale. La première phase vise à analyser comment développer un noyau stable de coopération interindustriel peut se constituer sur une zone industrielle où les acteurs n'entretiennent aucune relation. La seconde cherche à comprendre comment élargir ensuite un système de coopération interindustrielle à une région.

Pour la municipalité de Heidelberg, ce projet est l'occasion de redynamiser le territoire et d'accroître son attractivité.

Financement :

Le projet est financé par le ministère fédéral allemand de l'éducation et de la recherche et par les entreprises participantes (contribution mineure).

Processus décisionnel :

Deux phases :

1. août 1996 – janv 1998 : Un premier projet a été lancé sur la zone industrielle de « Heidelberg – Pfaffengrund » (Pfaffengrund Project)
 - Collecte détaillée de données sur les flux de déchets auprès des 14 industriels participant,
 - Réalisation d'un benchmarking entre tous les systèmes de management de déchets et définition des faiblesses dans chaque entreprise individuelle,
 - Mise en commun des données et propositions collectives pour une coopération interentreprise (travail réalisé en groupe de travail avec les membres industriels),
2. Depuis 1998 : extension du projet de coopération interindustrielle à la région de Rhine-Neckar

Au regard des bénéfices économiques et environnementaux réalisés à l'échelle d'une zone industrielle (retour sur investissements en moins de deux ans), l'IUWA a proposé l'extension du projet de coopération interindustrielle à la région de Rhine-Neckar en créant, en 1999, le réseau AGUM dont l'objectif est de supporter les échanges et collaborations interindustriels. Celui-ci est alors coordonné, dans un premier temps, par deux dirigeants de PME qui représentent clairement le secteur industriel. Puis en 2003, la municipalité de Heidelberg a souhaité intégrer l'écologie industrielle dans sa politique d'aménagement du territoire. Elle a donc créé un second réseau éco-

industriel qui, rapidement, a fusionné avec AGUM pour donner naissance à l'UKOM. Celui-ci est porté et coordonné par le maire de Heidelberg.

- Collecte des données grâce à la saisie, par les responsables environnement de chaque entreprise, d'une base de données Access de manière individuelle et avec l'assistance de l'IUWA. Cette base de données se présente comme un logiciel d'assistance au PME / PMI dans la gestion de leurs déchets : www.abfallmanager.com. Le traitement des informations est notamment effectué avec un autre logiciel de gestion des flux de matières (UMBERTO), ce qui permet de mesurer l'effet des changements dans les procédés de fabrication tels que la mise en place de synergies matières potentielles entre industriels. Le logiciel, basé sur le modèle PETRINET développé par les instituts IFU à Hambourg et IFEU à Heidelberg, est capable de calculer des scénarios en considérant des changements dans les procédés de plusieurs entreprises et de restituer l'effet global sur les systèmes de production.
- Mise en commun des informations et mise en forme par l'IUWA pour un traitement via un intranet prévu à cet effet.
- Identification d'échanges potentiels interentreprises et d'alternatives dans la mise en place de parcs d'activités avec l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) régional.

Aujourd'hui le réseau est devenu stable et un groupe de travail d'une vingtaine de personnes se réunit régulièrement.

Résultat :

A l'issue de la première phase, des synergies ont été identifiées et mises en œuvre :

- Des déchets de polyéthylène provenant d'une entreprise sont utilisés par un producteur de plastique. Cette synergie a ensuite été interrompue pour des raisons économiques qui sont développées dans l'article de T. Sterr et T. Ott paru en 2004 dans le Journal of Cleaner Production.
- Gestion mutualisée des palettes usées.
- Mise en œuvre d'une plate forme de collecte et d'analyse de données.
- Des déchets de papier sont utilisés par une entreprise fabriquant du carton nodule.
- Des déchets de bois sont utilisés en combustible, en substitution de gaz naturel.

Les synergies mises en œuvre dans le cadre de la seconde phase du projet ne sont pas connues mais le réseau est Aujourd'hui devenu stable et un groupe de travail d'une vingtaine de personnes se réunit régulièrement

CARACTERISATION DU CONTEXTE :

Origine du projet :

Au sein de ce tissu économique varié l'IUWA, institut allemand spécialisé dans l'analyse économique et environnementale, s'est inspiré des enseignements des différentes expériences de Kalundborg (Danemark) et de la région de la Styrie (Autriche), pour explorer 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.

Contexte économique :

La Rhine Neckar possède de bonnes infrastructures routières, aériennes et fluviales et s'est développée au sein d'un centre industriel dense. La compétitivité de cette région est bien illustrée par son fort taux d'exportation (49,9%). Les industries clés de la région comprennent les secteurs de la chimie, de l'électronique, de l'ingénierie et de la construction d'usines, dont les principaux leaders sont *BASF*, *Heidelberg Druckmaschinen* et *ABB*. Cette diversité industrielle traditionnelle est complétée par un secteur du service plutôt dynamique. L'expansion rapide dans le domaine de l'informatique s'est illustrée par la forte croissance de certaines entreprises de ce secteur. En plus de ces activités, nous trouvons également des fournisseurs de services financiers innovants, de nombreuses compagnies d'assurance, des banques et des entreprises commerciales qui se sont installées en Rhine Neckar.

Concernant la zone industrielle de Pfaffengrund, celle-ci a connu une importante crise économique au début des années 1990, entraînant la fermeture totale ou partielle de sites industriels et augmentant ainsi le taux de chômage du territoire. La zone de 93 ha comprend principalement des PME du secteur de la métallurgie, de la chimie, de l'électronique et de l'industrie du papier.

Contexte social : nc.

Contexte politique : nc.

Contexte environnemental : nc.

Contexte relationnel :

La bonne notoriété de l'IUWA au niveau local, en terme d'accompagnement et de soutien aux industriels sur les problématiques de management environnemental, a permis d'instaurer le climat de confiance et de transparence nécessaire à la réussite du projet.

Il n'existe aucun problème de compétition entre les entreprises membres du réseau, en revanche, celles-ci n'entretenaient aucune relation avant l'émergence du projet. Elles ne se connaissaient pas.

Sensibilité environnementale des entreprises :

Projets menés dans le passé par l'IUWA sur l'impact environnemental des entreprises.

INES Project, Rotterdam, Pays-Bas

INFORMATIONS GENERALES

Le projet a débuté en 1994 et s'est déroulé en 3 phases :

- de 1994 à 1997 : projet INES (Initialisation du projet et collecte de données),
- de 1999 à 2002 : projet INES Mainport (analyse des données, identification de projets potentiels et évaluation de leur faisabilité),
- depuis 2003 : programme R3 (étude de la mise en œuvre).

Le projet vise à identifier et mettre en œuvre des synergies d'écologie industrielle entre les entreprises de la zone industrielle du port de Rotterdam, aux Pays-Bas, de manière à engager le territoire dans un processus de durabilité, basé sur la création d'un réseau d'échange et de communication.

Références documentaires :

- Baas L. W. *Cleaner Production and Industrial Ecology; Dynamic Aspects of the Introduction and Dissemination of New Concepts in Industrial Practice*. Thesis Dissertation, Rotterdam, Rotterdam Erasmus University, Netherlands. Eburon academic Publisher, 2005, 417 p.
- Baas L. *Cleaner Production and Industrial Ecosystems, a Dutch experience*. Journal of Cleaner Production, 1998, vol. 6, pp. 189-197.
- Heeres R. R., Vermeulen W. J. V., de Walle F. B. *Eco-industrial Park initiatives in the USA and the Netherlands : first lessons*. Journal of Cleaner Production, 2004, vol.12, pp. 985-995.
- Baas L. W., Boons F. A. *An Industrial Ecology project in practice: exploring the boundaries of decision-making levels in regional industrial systems*. Journal of Cleaner Production, 2004, vol. 12, pp. 1073-1085.
- Pellenbarg P. H. *Sustainable Business Sites In The Netherlands: A Review*. Journal of Environmental Planning and Management, n°45, 200 2, pp. 59-84.
- Eilering J. A. M., Vermeulen W. J. V. *Eco-industrial parks: towards industrial symbiosis and utility sharing in practice*. Progress in Industrial Ecology, volume 1, n°1/2/3, 2004, pp. 245-270.

CARACTERISATION DU PROJET

Initiateur du projet :

Le projet a été initié par l'association d'entreprises Europoort Botlek Belangen, devenue Deltalinqs en 2001 après avoir fusionné avec une autre association d'entreprises (SVZ Port Industries' Association Rotterdam). Elle représente environ 600 entreprises et associations du port de Rotterdam. De par ses missions, elle se focalise sur le maintien de la compétitivité et d'un développement durable du port et de ses activités. Elle constitue également un relais entre les entreprises et associations du port et les institutions politiques et publiques locales et nationales. Elle se concentre sur la promotion de l'intérêt collectif des entreprises et des associations membres. Ces

missions portent sur les thèmes suivants : économie et accessibilité, emploi et formation, environnement et sécurité.

Porteur du projet :

Le porteur du projet est également l'association d'entreprises Deltalinqs.

Coordinateur du projet :

Idem porteur.

Acteurs opérationnels :

INES 1994-1997 :

- Deltalinqs,
- Un consultant (facilitateur),
- Des coordinateurs environnement de la plate forme de communication SME de Deltalinqs (en support),
- Des chercheurs de l'Université technologique de Delft (Clean Technology Research Institut) et de l'université Erasmus de Rotterdam (Centre for Environmental Studies).

INES Mainport 1999-2002 et Programme R3 :

- Deltalinqs (chef de projet),
- Plate-forme stratégique d'aide à la décision (en support),
- Des chercheurs de l'Université technologique de Delft (Clean Technology Research Institut) et de l'université Erasmus de Rotterdam (Centre for Environmental Studies).

Territoire et périmètre d'étude :

Le territoire sur lequel le projet se déroule est la zone industrielle du port de Rotterdam. Le périmètre d'étude ne concerne que 69 entreprises représentatives des secteurs d'activité en présence sur le port de manière à pouvoir étendre la mise en œuvre des synergies identifiées auprès d'autres entreprises de la zone.

Objectif :

Créer des symbioses industrielles entre les entreprises du port de Rotterdam, de manière à engager le territoire dans un processus de durabilité basé sur la création d'un réseau d'échange et de communication.

Financement :

Phase 1 du projet : financement mixte (Recherche/public).

- Autorités du port de Rotterdam,
- NOVEM (organisme hollandais de financement de la recherche sur les questions énergétiques et environnementales),
- Province de Zuid-Holland,
- Municipalité de Rotterdam,

- Fonds Européens (programme de rénovation des ports de l'Union Européenne).

Phase 2 et 3 : financement public.

Processus décisionnel :

Projet INES : 1994-1997

- Organisation d'un atelier de travail réunissant les membres de l'association Deltalinqs. Un professeur de l'Université Erasmus de Rotterdam et deux représentants de Kalundborg sont venus présenter le concept de l'écologie industrielle à cette occasion.
- sélection de 69 entreprises (10 entreprises de service, 7 raffineries, 11 entreprises de chimie organique, 15 entreprises de logistiques, 13 entreprises de fabrication de biens divers et 13 entreprises du secteur de la pétrochimie) et envoi d'un questionnaire (Connaissances et état d'avancement de la mise en œuvre d'un SME, connaissances en écologie industrielle et développement durable).

Bilan du questionnaire : taux de réponses de 46%. Les entreprises dont le taux de réponse est le plus faible sont celles dont le potentiel synergique est le plus important, à savoir, celles qui appartiennent au secteur de la chimie et de la pétrochimie. Le concept de l'écologie industrielle semble peu connu.

- Organisation d'un second atelier avec les entreprises participantes.
- Rédaction d'une déclaration précisant les fondements du projet INES. En l'acceptant, les entreprises formalisent leur participation au projet INES. Celui-ci évoque les concepts de SME, de production propre, de gestion de flux, d'écologie industrielle et de développement durable.
- Sélection de trois problématiques sur lesquelles se concentrer (ressources, produits et déchets). Envoi d'un second questionnaire concernant ces problématiques. Taux de réponse de 81%.
- Analyse des données : 15 projets potentiels d'écologie industrielle sont identifiés.
- Réalisation des études de pré-faisabilité de ces projets, par les chercheurs des deux universités partenaires, en partenariat avec les entreprises concernées.
- Sélection des trois projets au potentiel de mise en œuvre le plus important (eaux usées, production mutualisée d'air comprimé, traitement mutualisé des boues) et réalisation des analyses de faisabilité.

Projet INES Mainport : 1999-2002

- Création d'une organisation professionnelle au sein de l'association Deltalinqs pour la gestion du projet. Il s'agit d'une plate-forme d'aide à la décision stratégique (strategic decision-making platform) comprenant des acteurs divers : représentants industriels, gouvernementaux et d'une association de protection de l'environnement.
- Continuité des projets initialisés lors de la première phase.
- Lancement de 3 nouveaux projets : utilisation des surplus de chaleur pour la constitution d'un réseau de chauffage urbain, optimisation des procédés de refroidissement par l'usage de « waste heat », usage de biomasse en substitution d'énergie fossile.

Cette étape correspond à la phase d'analyse de la faisabilité des projets d'écologie industrielle. Elle est principalement portée par les industriels et les universitaires et est menée en partenariat avec les acteurs publics concernés.

Programme R3 : depuis 2003

- Résulte de la fusion de INES Mainport avec deux autres projets locaux dont les acteurs industriels et institutionnels étaient similaires : Sustainable Enterprinsing (géré par l'association ROM-Rijnmond) et Energy Rijnmond (géré par le ministère hollandais des affaires économiques).
- Continuité des projets initiés précédemment.
- Développement d'un système d'information dans la région de Mainport : INES Mainport Exchange. Destiné aux entreprises, il vise à échanger des connaissances sur la réutilisation et le traitement de flux de matières et d'énergie, et plus généralement sur la question de la durabilité, de manière à stimuler l'émergence de projets.

Cette troisième phase correspond à l'étude de la mise en œuvre des projets d'écologie industrielle. Elle est principalement portée par des représentants du gouvernement hollandais, en partenariat avec les acteurs privés et associatifs concernés.

Résultat :

Projet INES 1994-1997 :

- Production mutualisée d'air comprimé pour 14 entreprises en 2003.

Projet INES Mainport 1999-2002 :

- Rationalisation des usages de l'eau : utilisation d'eaux industrielle en substitution d'eau potable (8 millions d'€ économisés chaque année), approvisionnement alternatif de l'eau industrielle (provenant du lac Brielse Meer pour) pour 3 groupes d'entreprises.
- Réseau de chaleur (Shell) pour le chauffage urbain d'un quartier résidentiel de 3000 maisons en 2007 (prévision de 2004). Le réseau de chaleur devrait être élargi de manière à approvisionner 25 000 maisons d'ici 2020.

CARACTERISATION DU CONTEXTE :

Origine du projet :

L'idée du projet INES est née à la suite d'un atelier de travail sur la « production propre » organisé, en 1992, à la demande de l'association Deltalinqs par le département de Sciences Environnementales de l'Université Erasmus de Rotterdam et l'Institut de Recherche des Technologies Propres de l'Université Technologique de Delft.

Contexte économique :

Rotterdam est un grand pôle industriel et logistique des Pays-Bas. Le port de Rotterdam constitue un enjeu économique important à l'échelle nationale et européenne. C'est le plus grand port maritime du monde.

Avec une superficie de 8700 ha, le territoire portuaire de Rotterdam est saturé et ne peut être étendu car il se trouve à proximité de zones habitées et d'un secteur dunaire protégé. Seule une poldérisation pourrait permettre son extension.

Outre la logistique et la (péto)chimie, les entreprises implantées sur le port sont de secteurs d'activités divers.

Contexte social :

Rotterdam est située au centre de la partie sud d'une vaste agglomération urbaine appelée Randstad.

Il emploie 60 000 personnes.

Le port se trouve à proximité de zones habitées.

Contexte politique :

Entre 1997 et 2003, le gouvernement a lancé un programme visant la création de « sustainable business sites » ou parcs éco-industriels et a subventionné 43 initiatives. On ne sait pas si le port de Rotterdam en fait partie.

Dans le cadre des plans de réduction du CO₂ du pays, le Dutch National Project Office a accordé des subventions pour la mise en œuvre du réseau de chauffage urbain.

Dans la seconde phase du projet (INES Mainport 1999-2002), constitution d'un groupe de travail réunissant des représentants des ministères de l'environnement, des affaires économiques et de la gestion de l'eau, de la province Zuid-Holland et du Port de Rotterdam, de manière à réfléchir aux instruments réglementaires et financiers susceptibles de stimuler la mise en œuvre des principes de l'écologie industrielle, au niveau local, provincial et national.

Contexte environnemental :

Le port se trouve à proximité d'un secteur dunaire protégé.

La zone industrielle du port est reconnue par l'agence régionale de protection de l'environnement et l'institution responsable de la gestion de l'eau, comme « environmental sanitary area ».

Les activités industrielles du port présentent un impact significatif sur l'environnement (émission de substances nocives, de CO₂ et consommation importante de combustibles fossiles).

Contexte relationnel :

La plate-forme de communication dédiée aux SME (au sein de Deltalinqs) à destination des entreprises a permis de favoriser l'échange d'informations entre les professionnels et la création de contacts. Des réunions étaient en effet organisées tous les 3 mois entre des entreprises de même secteur d'activité. Cela a également permis à l'association de faire ses preuves dans la conduite d'actions collectives.

Existence d'une synergie d'écologie industrielle créée spontanément entre 4 entreprises : projet Eurogen C. V.

Deltalinqs est identifié comme un acteur incontournable dans la définition des politiques économiques du territoire par les acteurs publics locaux, provinciaux et nationaux.

Sensibilité environnementale des entreprises :

En 1994, 31 % des entreprises membres de l'association Deltalinqs avaient mis en place un système de management environnemental et 62 % étaient en cours. Cela a permis de transformer l'attitude des entreprises face aux questions environnementales.

D'une attitude défensive, les entreprises ont petit à petit adopté une attitude constructive. L'association Deltalinqs a créé une plate-forme de communication dédiée aux SME à destination des entreprises de manière à favoriser l'acquisition de connaissances sur l'environnement par les entreprises. Le sentiment de responsabilité de ces dernières s'est ainsi développé. Une prise de conscience des enjeux environnementaux s'est opérée.

Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube - France

INFORMATIONS GENERALES

Le Club d'écologie industrielle de l'Aube s'est formé en 2003 et a existé de manière informelle jusqu'en 2008, date à laquelle il a été formalisé par la création d'une association loi 1901. Cinq années ont été nécessaires à la structuration de ce réseau d'écologie industrielle dont les actions se sont construites grâce à la succession de projets menés par l'Université de Technologie de Troyes. Le réseau d'écologie industrielle, porté depuis sa création par le Conseil Général de l'Aube a connu 3 phases successives :

1^{ère} phase : Etude préliminaire

2^{ème} phase : Structuration du club

3^{ème} phase : l'association et le projet COMETHE.

Références documentaires :

- Maniquet S. Evaluation du potentiel de mise en place de projets d'écologie industrielle à l'échelle du département de l'Aube, Rapport de stage de DESS Ecologie industrielle de l'Université de Technologie de Troyes, Conseil Général de l'Aube, 2003.
- Brulot-Dermine S., Bergossi O. *Premières expériences d'écologie industrielle en France*. In : Matagne P. (dir). *Les effets du développement durable. Gouvernance, agriculture et consommation, entreprise, éducation*. Paris : l'Harmattan, 2006, pp.199-221.
- Dermine S. *Recherche de synergies à partir de la base ISI : expérimentation sur le territoire de l'Aube*. Rapport de mission EDF R&D et CREIDD, Troyes, 07/2004.
- www.ceiaube.fr

CARACTERISATION DU PROJET

Initiateur du projet :

CREIDD - UTT

Porteur du projet :

Le conseil général de l'Aube.

Coordinateur du projet :

CREIDD – UTT puis CEIA depuis 2005.

Acteurs opérationnels :

Idem coordinateur

Territoire et périmètre d'étude :

La démarche dans sa globalité repose sur le territoire du département de l'Aube.

Lors de la première phase le périmètre de l'étude était constitué de 50 entreprises. Pendant la seconde phase, l'ensemble des entreprises du département de l'Aube étaient susceptible de participer aux groupes de travail organisés par le club si celles-ci étaient concernées par la thématique étudiée.

Depuis 2008, les activités du club se concentrent sur les entreprises appartenant aux trois zones d'activités inscrites dans le projet COMETHE

Objectif :

- Dégager des pistes d'écologie industrielle entre les acteurs économiques du département (substitution et mutualisation) de manière à réduire les coûts de traitement des déchets des industriels et des approvisionnements, optimiser la gestion des flux, générer de l'activité économique et augmenter l'attractivité du territoire.
- Créer un réseau de communication et d'échange.

Financement :

Phase 1 : Conseil Général de l'Aube (financement d'un stagiaire) et EDF R&D pour l'analyse du potentiel de synergies. En effet, ce travail était mené en partenariat avec EDF R&D qui mettait à disposition du club l'outil d'identification de synergies d'écologies industrielles développés par Cyril Adoue dans le cadre de sa thèse, de manière à le tester. L'étude d'analyse de la faisabilité des synergies constituait donc pour EDF un bilan des performances de leur outil sur le terrain.

Phase 2 : Conseil Général de l'Aube (financement d'un stagiaire) puis d'un chargé de mission (Salaire du chargé de mission financé à 50 % par le Conseil Général et 50 % par l'état (Contrat d'accompagnement dans l'Emploi issu de la loi Borloo, CDD de 2 ans)). Le Conseil Général assume également les frais annexes. La Chambre de Commerce et d'Industrie, partenaire du réseau, prend à sa charge les frais relatifs à l'envoi de courriers.

Phase 3 : Conseil Général de l'Aube (mise à disposition d'un ingénieur territorial), ANR (dans le cadre du projet COMETHE) et cotisations des adhérents à l'association.

Processus décisionnel :

Phase 1 (2003-2004) : Etude préliminaire de mise en œuvre de l'écologie industrielle

- Identification du potentiel de mise en œuvre de synergies d'écologie industrielle sur le département
 - Sélection d'entreprises sur des critères de taille, de sensibilité environnementale, de représentativité d'un maximum de secteurs d'activité, en partenariat avec la CCI.
 - Envoi d'un courrier signé du Président du Conseil Général annonçant le lancement de cette étude et invitant les entreprises à y participer. Taux de réponses de 68 %.
 - Organisation d'un séminaire de lancement et de présentation de l'écologie industrielle.
 - Collecte des données : questionnaires et visite d'entreprises. Un dossier les informant au concept de l'écologie industrielle et à la problématique générale de l'impact des activités humaines sur l'environnement leur était remis à l'occasion des visites.

- Analyse des données collectées grâce à l'outil ISIS d'EDF.
- Identification de pistes de synergies.
- Analyse de la faisabilité technico-économique de ces synergies.
- Organisation d'un séminaire de restitution des résultats.

A l'occasion de ce séminaire de restitution des résultats, un projet d'association loi 1901 devait être présenté aux entreprises et acteurs institutionnels présents, mais à la dernière minute, celui-ci a été refusé par certains acteurs institutionnels. Au vu des résultats très satisfaisants de la première phase, il était souhaitable de poursuivre la démarche en élargissant la quantité de données collectées d'une part, et en structurant la club de manière à ce qu'un animateur dédié puisse mener les travaux dans la continuité. De nombreuses synergies ont été identifiées à l'issue de cette première étape mais n'ont pas été mise en œuvre pour des raisons techniques ou d'inadéquation quantitative. En multipliant les entreprises, on multiplie également les possibilités. Par ailleurs, une synergie a été identifiée de manière « spontanée » lors de cette première phase. Elle ne résulte pas de la collecte systématique et de l'analyse de données mais de la rencontre des deux acteurs au sein du club.

Phase 2 (2005-2008) : Structuration du club

Le contexte social et organisationnel n'était pas assez favorable à la création d'une association si tôt dans le projet, les objectifs du réseau n'étaient pas bien connus et compris de tous. Cette deuxième phase a donc permis de sensibiliser l'ensemble des acteurs et de structurer le réseau d'écologie industrielle. Une convention régissant le fonctionnement du club a été proposée et acceptée par l'ensemble des principaux membres du réseau. Les représentants des institutions signataires constituent le comité de pilotage, à savoir : le Conseil Général de l'Aube, la Chambre de Commerce et de l'Industrie, la Chambre d'Agriculture, la Chambre de Métiers et de l'Artisanat, l'Université de technologie de Troyes et Aube Développement (cellule de développement économique du département). Le comité de pilotage a plusieurs rôles :

- L'animation du réseau ;
- La définition des axes stratégiques du Club, des thèmes de réflexion ;
- L'organisation des groupes de travail définis en fonction des attentes réelles des acteurs du terrain et des enjeux politiques globaux d'aménagement et de développement du territoire.

D'un point de vue opérationnel, des groupes de travail ont été organisés de manière à identifier de nouvelles synergies d'écologie industrielle, dans la continuité des travaux réalisés précédemment. Lorsque cela était nécessaire, de nouveaux métabolismes industriels étaient réalisés pour les besoins des groupes de travail. Ces derniers portaient sur les thématiques suivantes :

- la « valorisation énergétique » : différent des deux autres groupes de travail, celui sur la valorisation énergétique consiste en la participation à la mission bio-énergies portée par la Chambre d'Agriculture du département ;
- les « synergies hydriques », en collaboration avec les chambres d'agriculture et de commerce, ainsi qu'avec le SATESE du Conseil Général (Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épurations), et à destination principalement des industries agroalimentaires.

- les « synergies du textile », en collaboration avec l'IFTH de Troyes (Institut Français Textile-Habillement).

L'objectif de chaque groupe de travail est d'étudier la faisabilité technique, scientifique, économique et réglementaire des synergies mises en évidence, réunissant l'ensemble des acteurs du territoire (entreprises, experts et institutionnels) concernés par la thématique.

Phase 3 (depuis 2008) : participation du club au projet COMETHE

Le Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube (CEIA) devient une association loi 1901 le 4 février 2008. L'UTT, via le CREIDD, fait partie du consortium du projet COMETHE, lauréat de l'appel à projet « Programme de Recherche Ecotechnologies et Développement Durable » (PRECODD) lancé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) en 2007. Le projet COMETHE (Conception d'outils méthodologiques et d'évaluation pour l'écologie industrielle) travaille sur l'élaboration d'une méthodologie et d'outils d'évaluation et d'aide à la décision pour les parcs d'activités. Il a démarré début 2008 et durera 3 ans. Il repose sur l'expérimentation de l'écologie industrielle sur 7 parcs d'activités pilotes dont 3 sont dans l'Aube. Le CEIA étant identifié comme le coordinateur légitime de ces démarches sur le territoire Audois, il devait nécessairement avoir un statut juridique pour participer officiellement au projet, d'où la création de l'association. Les acteurs institutionnels jusqu'alors réticents à la création d'une association, ont accepté celle-ci en raison de la visibilité nationale apportée par la participation de l'Aube à ce projet de grande envergure. Nous ne savons pas si celle-ci aurait été créée sans l'existence du projet COMETHE. Sont membre de l'association l'ensemble des acteurs initialement signataire de la convention de 2005, ainsi que la communauté d'Agglomération de Troyes, d'autres établissements d'enseignement supérieur, et l'ensemble des entreprises qui le souhaitent.

L'activité de l'association est multiple :

- Animation du CEIA (échange d'information, sensibilisation, communication).
- Pilotage de l'expérimentation de l'écologie industrielle sur les 3 sites pilotes audois du projet COMETHE :
 - Diagnostic territorial,
 - Collecte des données pour chaque zone d'activité (un nombre restreint d'entreprises sera défini pour une première collecte d'informations, en fonction de leurs secteurs d'activité, de leur taille et de leur sensibilité environnementale, puis en fonction des synergies identifiées, le périmètre sera étendu progressivement à d'autres entreprises de manière à couvrir l'ensemble du territoire de la zone d'activités),
 - Analyse des données et identification de synergies (grâce à l'outil spécifique développé par Cyril Adoue à l'issue de ces travaux de thèse : prestéo©),
 - Analyse de la faisabilité technique, économique et réglementaire des synergies identifiées, analyse du bénéfice environnemental,
 - Evaluation des performances.

De manière à sensibiliser les acteurs industriels et à initier une dynamique de coopération et de communication, des journées appelées « rendez-vous des décideurs » seront organisées par zone d'activités. Celles-ci réuniront les dirigeants

des entreprises, en petits groupes, sur une journée, de manière à les faire travailler ensemble et échanger sur leurs flux de matières et d'énergie.

- Poursuite des travaux menés dans le cadre du groupe de travail « valorisation énergétique » : étude du potentiel de la méthanisation.
- Lancement, en 2009, d'une étude d'identification du potentiel de mise en œuvre de l'écologie industrielle entre commerçants et artisans du secteur du BTP sur le territoire de l'Aube.

Lancement, en 2009, d'une étude d'identification du potentiel de mise en œuvre de l'écologie industrielle entre artisans et commerçant, tous secteurs confondus, mené sur un territoire non défini actuellement

Résultat :

Phase 1 :

La synergie mise en œuvre à l'issue de la première phase concerne l'échange de sable entre une coopérative betteravière et une entreprise du BTP. La coopérative betteravière a, comme flux sortant, du sable issu du lavage des tubercules. Pollué par une graminée indésirable dans les cultures (difficulté à la traiter), le sable ne pouvait être épandu dans les champs par les agriculteurs. La coopérative devait ainsi gérer un flux annuel moyen de 12 000 tonnes de sable en moyenne (3 000 à 20 000 t / an) et en payer l'enfouissement (environ 100 € / t). La synergie identifiée consiste à valoriser ce sable dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP).

Elle a également permis de mettre en évidence un certain nombre de synergies potentielles qui ne seront pas détaillées ici. Pour plus d'info, consulter le rapport d'analyse de la faisabilité des synergies identifiées (Dermine, 2004).

Phase 2 :

- Les travaux du groupe de travail « valorisation énergétique » sont en cours. La mise en œuvre d'une unité de méthanisation sur le territoire de l'Aube est actuellement à l'étude.
- Les travaux du groupe de travail « synergies des déchets du textile » ont abouti à l'étude de la synergie consistant à utiliser et à transformer des déchets de l'ennoblissement textile (bourres de grattage et de rasage) en un matériau de conditionnement. Le gisement de ces déchets était évalué à 300 t / an pouvant permettre une production de matériau de conditionnement allant de 500 000 à 1 000 000 de m². Un travail en collaboration avec l'IFTH de Troyes (Institut Français Textile-Habillement) est en cours de réalisation afin de connaître la faisabilité technique et économique de cette synergie.
- Les travaux du groupe de travail « synergies hydriques » n'ont permis d'identifier aucune synergie d'écologie industrielle mais de développer un savoir-faire en matière d'acquisition des données du métabolisme industriel auprès des PME. Un partenariat avec un industriel de l'agroalimentaire a en effet été noué et a débouché sur une proposition d'amélioration du système en interne. La conception et la mise en œuvre de la solution proposée dépendra cependant de la volonté de l'industriel.

CARACTERISATION DU CONTEXTE :

Origine du projet :

Le projet de mise en œuvre de l'écologie industrielle dans l'Aube est né de la rencontre de l'ancien directeur du CREIDD (D. Bourg) et du Président du Conseil Général de l'Aube ainsi que d'industriels moteurs et exemplaires.

En effet, ce projet résulte de la volonté du CREIDD d'expérimenter le concept de l'écologie industrielle dans le cadre des travaux de la thèse de Cyril Adoue réalisés en partenariat avec EDF R&D et visant à développer un outil d'identification de synergies d'écologie industrielle. Le président du Conseil Général a accepté de soutenir ce projet, convaincu de son intérêt par le discours de D. Bourg d'une part, et par les témoignages d'entreprises locales ayant expérimenté brillamment ce concept au sein de leurs unités de production d'autre part. Il a perçu, dans ce projet, l'opportunité d'accroître l'attractivité, et ainsi, d'améliorer la compétitivité du territoire de l'Aube, historiquement dominé par l'industrie du textile qui s'est effondrée ses dernières années.

Contexte économique :

Le territoire de l'Aube est constitué essentiellement de PME / PMI et il est confronté à une pression grandissante provenant de la réglementation et de la mondialisation économique.

L'Aube est territoire principalement rural, les terres cultivées représentant 63 % de la surface du département. L'Aube réunit des grandes cultures (céréales : 8ème producteur national, betteraves : 7ème) au nord du département et une viticulture forte (Champagne essentiellement) au sud-est. Les activités agro-industrielles (plus de 400 établissements) sont très présentes, autour de gros secteurs (sucrierie distillerie, vinification et transformation légumière), avec quelques activités très spécialisées (Choucrouteries Laurent, la Chanvrière de l'Aube, le 1er négociant européen de céréales, SOUFFLET, etc.). L'activité forestière et le travail du bois sont également bien implantés (le territoire est boisé à 23 %), alors que l'élevage est quasiment absent.

L'industrie départementale a été marquée par le déclin du textile, mono-industrie traditionnelle, et par le développement de la métallurgie, devenu le premier secteur d'activités en nombre d'emplois. Le département a cependant perdu 7 % de ses effectifs industriels entre 1997 et 2001. Un mouvement de diversification industrielle s'est amorcé depuis quelques années avec notamment un pôle emballage conditionnement, l'implantation d'entreprises de traitement des déchets, qui complètent le dispositif public en développement (centre ANDRA et site SECOIA à Mailly le Camp), ainsi que l'implantation en 2006 - 2008 dans le nord et l'ouest du département des plus grands sites de production français de biocarburants, donnant à l'agriculture locale de nouveaux débouchés.

Une lente tertiarisation du département (61 % des emplois) est également en cours mais n'est pas parvenue à compenser le retard accumulé par rapport à la situation française.

Contexte social :

La densité de la population s'élève à 49 hab/m² et se répartit de la manière suivante :

- un pôle urbain central centré autour de la ville de la Troyes, la CAT, regroupant 42 % de la population départementale et représentant 1,3 % de la superficie du département.
- deux pôles urbains, de moindre importance : à l'ouest, le secteur comprenant les communes de Nogent-sur-Seine et Romilly-sur-Seine et à l'est, la commune de Bar-Sur-Aube (27 communes) avec 13 292 habitants,
- une zone rurale à l'habitat diffus de densité moyenne 24,5 hab./km², répartis sur une superficie représentant 97,7 % du territoire et abritant notamment 144 500 ha de surfaces boisées (Agreste, 2006).

Le taux de chômage dans l'Aube était de 8 % au trimestre 2008 (contre 7.2 % sur le territoire français)

Contexte politique :

La communauté d'agglomération de Troyes a réalisé une charte environnement.
Plan Climat territorial en cours de réalisation.

Contexte environnemental : nc.

Contexte relationnel :

La CCI de Troyes et de l'Aube organise, dans le cadre de son Club Environnement réunissant les entreprises qui le souhaitent, des réunions régulières de manière à présenter une veille réglementaire sur la prise en compte de l'environnement. Les réunions se déroulent à chaque fois dans une entreprise différente et est suivie d'une visite de l'entreprise.

Le territoire de l'Aube est petit. L'ensemble des acteurs institutionnels se connaissent. Certains sont d'ailleurs impliqués dans de multiples structures, ce qui facilite la mise en relation des acteurs et la constitution d'un réseau. Cela peut aussi constituer un inconvénient en ce sens que les conflits d'intérêts peuvent être exacerbés

Sensibilité environnementale des entreprises :

Pas de sensibilité environnementale très aboutie des PME de l'Aube.