



COLEIT 2014

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE TROYES - 9 ET 10 OCTOBRE 2014

## Des approches cloisonnées à l'approche territoriale, plus-value des interactions fonctionnelles dans les territoires industrialo-portuaires

MAT Nicolas <sup>a</sup>, CERCEAU Juliette <sup>a</sup>, JUNQUA Guillaume <sup>a</sup>, LOPEZ-FERBER Miguel <sup>a</sup>

<sup>a</sup> LGEI, Ecole Nationale Supérieure des Mines d'Alès, 6, avenue de Clavières, 30319 Alès Cedex, France

### Résumé

Dans le contexte actuel de recherche d'une transition écologique et sociale des territoires industrialo-portuaires, il apparaît que les processus d'adaptation et d'optimisation en termes de gestion des ressources sont bien souvent réfléchis et opérés de façon segmentée au sein des différents sous-systèmes (industriel, urbain, portuaire, agricole, touristique, etc.) constitutifs du système Territoire. En prenant pour exemple les démarches d'écologie industrielle menées au sein des territoires industrialo-portuaires, nous montrons qu'au-delà d'approches cloisonnées (de type parc éco-industriel, etc.) ne communiquant que peu entre elles, certaines initiatives à l'interface ville-port ou ville-espace agricole ont pour ambition de décroisonner les sous-systèmes territoriaux et ainsi contribuer à un véritable projet de territoire. Sur la base de ces constats, nous mettons en discussion une première modélisation de l'émergence d'un système « territoire », basé sur de nouvelles formes d'interactions fonctionnelles à l'interface de plusieurs sous-systèmes d'activités présents sur l'espace industrialo-portuaire, créateur d'effets rétroactifs sur les processus d'optimisation actuels de chaque sous-système.

Mots-clés : espaces industrialo-portuaires, adaptation, écologie industrielle et territoriale, interdisciplinarité, interactions, territoire.

### 1. Introduction

Dans un contexte de foisonnement des initiatives pour engager nos sociétés industrielles vers une nécessaire transition socio-écologique, la plupart des démarches d'optimisation de gestion des ressources semblent aujourd'hui être appréhendées et développées de manière assez segmentée au sein des systèmes territoriaux : la ville souhaite devenir durable, l'agriculture devenir raisonnée ou biologique, l'industrie devenir éco-industrielle, etc. L'ensemble de ces sous-systèmes constitutifs de *ce qui fait territoire*, et les secteurs économiques qui les composent, développent leurs propres initiatives d'amélioration, de comptabilité des flux, etc. Pour ce faire, les acteurs de ces différents sous-systèmes mobilisent des concepts (écologie urbaine, agro-écologie, etc.) parfois très convergents, mais sans nécessairement chercher à investir voire investiguer des passerelles entre ces différents domaines de pensée et d'action. Ces approches font apparaître un certain cloisonnement des stratégies et des modes de mise en œuvre qui tendent, en cherchant à améliorer de façon isolée chacun de ces sous-systèmes, à un certain resserrement des concepts.

Dans les politiques urbaines de ville durable, on constate souvent une relative déconnexion des activités urbaines avec les ressources locales, les flux d'eaux (premier flux en masse consommé en milieu urbain), d'énergie et de matériaux de construction, étant produits et acheminés depuis l'extérieur du système urbain (Barles, 2009 ; Barles et al, 2011). En termes de rejets, on peut faire le même constat, les flux de rejets atmosphériques, d'effluents et de

déchets solides étant généralement soit traités soit émis à l'extérieur du système urbain. L'optimisation de la gestion des flux liés aux activités industrielles se concentre sur le procédé et/ou le parc industriel et tente d'y apporter des solutions pour en limiter les niveaux de rejets (*cleaner production*) ou en faire des sites exemplaires (éco-parc). Dans les zones industrialo-portuaires en particulier, les autorités portuaires se concentrent sur une approche aval de gestion des déchets, se bornant à une collecte et au traitement de rejets (principalement des effluents) au niveau du périmètre portuaire. Concernant les activités de pêche, les efforts se concentrent sur la disponibilité de la ressource halieutique, sans considérer de manière plus globale la gestion et le potentiel de valorisation des effluents à terre et en mer. En ce qui concerne l'agriculture, l'approche consiste à considérer le périmètre agricole, à travers la seule appréciation des modes productifs, en déconnexion avec les caractéristiques locales (exemples des problèmes environnementaux liés aux rejets dans les installations hyper-spécialisées en élevage en Bretagne ou réticence quant à la valorisation de déchets urbains sources potentielles de fertilisation des sols et des cultures). L'agro-écologie et l'agro-foresterie tendent ainsi à retrouver une forme autosuffisante de la gestion des ressources à l'échelle des fermes (à l'instar du modèle des systèmes de polyculture-élevage du 19<sup>ème</sup> siècle).

Ce cloisonnement sectoriel et fonctionnel dans l'approche de la gestion des ressources est souligné et critiqué par un nombre croissant de contributeurs scientifiques dans plusieurs domaines évoqués précédemment. Baret et al. (2013) et Calame (2012) invitent par exemple à adopter une approche davantage basée sur l'interdisciplinarité pour aborder et dépasser les verrous actuels de régimes socio-techniques des systèmes alimentaires en transition. Olazabal et al. (2012) préconisent également une approche pluridisciplinaire pour aborder et étudier les transitions en cours et à venir en milieu urbain. Billen et al. (2012) soulignent l'intérêt des approches multidisciplinaires dans l'étude des dynamiques socio-écologiques de territoires.

Dans un contexte de recherche de formes de transitions socio-écologiques vers des modes plus vertueux et soutenables (*low carbon, zero waste, etc.*), l'écologie industrielle et territoriale constitue un cadre possible de réflexion, de développement méthodologique et d'analyse de nos sociétés humaines. Il est intéressant de constater que ces démarches sont encore peu ou pas développées à des échelles territoriales dépassant le seul cadre des zones d'activités industrielles ou des villes. En effet, plusieurs travaux d'écologie industrielle se rapportent aux seuls systèmes urbains (Kennedy et al., 2007 ; Barles, 2005 ; Barles, 2010 ; Nevens, 2012 ; Olazabal et al., 2012) et industriels (Chertow, 2007 ; Erkman, 2004 ; Giurco et al., 2010). Des travaux moins nombreux apparaissent sur les systèmes agraires (Figuière et al., 2013) et portuaires (Mat et al., 2012). Or, dans sa dimension territoriale, l'écologie industrielle a pour vocation de décroisser, à travers son approche systémique menée à une échelle territoriale élargie (Brulot, 2009). Elle a pour ambition de considérer le système territorial dans son ensemble, en prenant en compte l'ensemble de ses composantes urbaines, industrielles, agricoles, touristiques et naturelles.

Les espaces côtiers à vocation industrialo-portuaire, de par la coexistence et la proximité de plusieurs types d'utilisation des sols et d'activités humaines sont très emblématiques de cette problématique du cloisonnement/décloisonnement des approches de gestion des ressources. Après avoir démontré l'intérêt de ces espaces singuliers pour notre analyse, nous nous attacherons à mettre en évidence qu'au-delà d'approches cloisonnées au sein de sous-systèmes spécifiques (industriels, urbains), des initiatives industrialo-portuaires tendent à mettre en synergie ces sous-systèmes vers la structuration d'une approche territoriale de la gestion des ressources. Ces constats seront illustrés par des initiatives d'écologie industrielle menées en Afrique du Nord, en Asie et en Europe.

## **2. Cadre d'étude : espaces industrialo-portuaires et spécialisation spatiale et fonctionnelle**

Les espaces industrialo-portuaires constituent, dans un contexte d'échanges mondialisés, des éléments essentiels du modèle socio-économique actuel basé sur une énergie abondante,

disponible et à faible coût. Pour les pays dotés d'un accès à la mer, ils constituent en effet les points de passage privilégiés pour les principaux flux de matières et d'énergie. A la fois cause et conséquence, leur évolution historique est marquée, à partir de la moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, par la concentration d'activités industrielles « lourdes » (aciéries, pétrochimie, etc.). Cette dynamique industrielle côtière, qui contribue jusqu'à 25% de la production primaire mondiale, renvoie à l'autre enjeu de ces territoires : faire co-exister des activités à fortes nuisances au sein de territoires anthropisés (usages urbains et agricoles) et naturels (présence d'écosystèmes littoraux fragiles et protégés telles que les zones Natura 2000 ou les réserves naturelles. A l'échelle mondiale, 60% de la population vit d'ores et déjà sur des zones urbanisées côtières et cette proportion devrait augmenter d'ici 2020 (Vallega, 2001). En outre, ces territoires sont confrontés à des phénomènes et contraintes exogènes (changements climatiques, évolution des stratégies industrielles, etc.) qui leur imposent de s'adapter continuellement, afin de rester compétitifs dans le jeu mondial de la concurrence (Merk, 2013), mais également de limiter leur vulnérabilité locale et ses conséquences (délocalisation et pertes d'emplois, secteurs industriels et urbains sinistrés, etc.).

L'évolution de ces territoires pose ainsi régulièrement la question d'un aménagement cohérent de l'espace industrialo-portuaire (Lavaud-Letilleul et al, 2013), confronté aux conflits d'usage des sols et des ressources limitées entre les activités industrielles, portuaires (logistique, pêche, nautisme et tourisme), urbaines, agricoles et naturelles (zones protégées). Face à ces enjeux et conflits multiples, la spécialisation spatiale a constitué progressivement une des conséquences des stratégies de redéploiement des emprises industrialo-portuaires. La ville ne cessant de croître en s'étalant, et non en se densifiant, les zones industrialo-portuaires se sont en parallèle déportées des bassins historiques vers des espaces moins contraignants. Par exemple à Fos sur Mer dans les années 60-70, des zones entièrement dédiées à l'industrie et à la logistique portuaire, ont été créés sans réel souci de conservation de liens entre la ville et le port. Du fait de cette dynamique de connexion-déconnexion Ville-Port (Hoyle, 1989 ; Ducruet, 2008) et de l'éloignement des terminaux, notamment des centres urbains, les ports sont devenus des territoires inconnus pour la plupart des citoyens (Lévêque, 2012). Cette expansion géographique des emprises portuaires et urbaines s'est généralement faite au détriment direct des espaces naturels et agricoles, avant l'entrée en vigueur de nouvelles directives de protection des espaces naturels sensibles (Natura 2000, Oiseaux et habitats) et agricoles (Plan Locaux d'Urbanisme, Schéma de Cohérence Territoriale).

Les territoires industrialo-portuaires sont ainsi difficiles à appréhender dans leur complexité. Foulquier (2012) attribue en grande partie cette complexité à l'appropriation géographique de l'espace portuaire qui est un espace à géographie plurielle, situé à la confluence de réseaux maritimes et terrestres, au service tout à la fois de l'économie locale et de celle du monde. Ils intègrent en effet des composantes urbaine, industrielle et agricole, elles-mêmes engagées à leur propre échelle dans des politiques de développement durable. Cette mosaïque de sous-systèmes constitue ainsi le périmètre du système (territoire) industrialo-portuaire ici considéré.

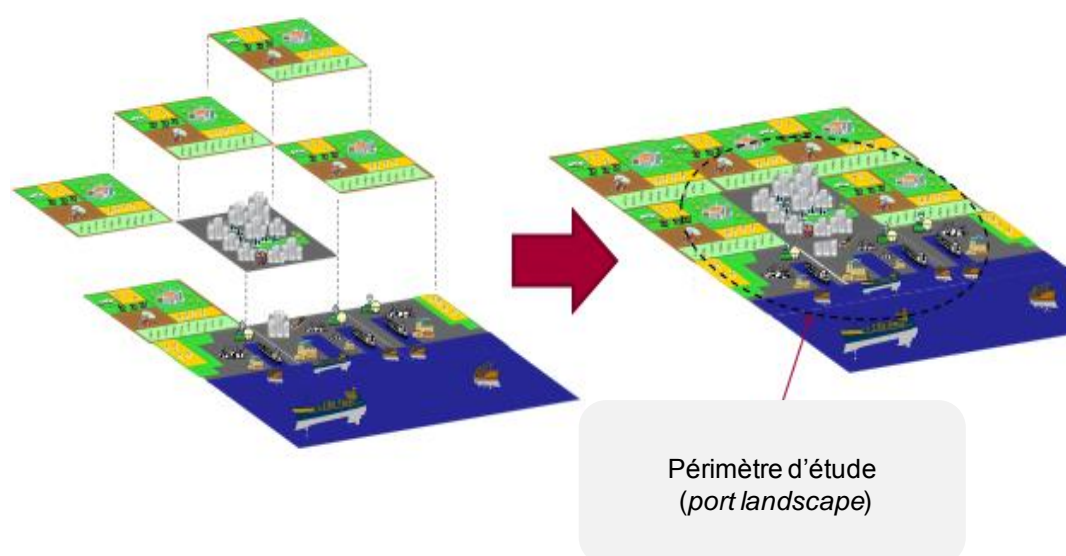


Figure 1. Périmètre considéré d'un territoire industrialo-portuaire

### 3. D'approches centrées sur les zones industrialo-portuaires à des approches décloisonnées

#### 3.1 L'écologie industrielle à l'échelle des zones industrialo-portuaires

Cerceau et al. (2014) ont mis en évidence, dans le cadre d'un retour d'expériences menées à l'échelle internationale, qu'un grand nombre d'initiatives d'écologie industrielle et territoriale sont d'abord réfléchies et mises en œuvre à la seule échelle des Zones Industrielles-Portuaires (ZIP). Ces initiatives donnent lieu à des interactions entre industries portuaires (chimie, pétrochimie, sidérurgie, cimenterie, etc.) au sein de complexes industriels cloisonnés. Par exemple, le site industrialo-portuaire de Béjaïa en Algérie opère des synergies éco-industrielles à la seule échelle de la ZIP (Labaronne et al., 2014), principalement autour d'une entreprise « pivot » : Cevital. Cette dernière est impliquée dans des boucles éco-industrielles, tant en termes d'optimisation de la gestion des déchets (résidus de raffinage et d'opérations de conditionnement, acides et corps gras) que d'optimisation énergétique ou de gestion des eaux usées et d'énergie. A Osaka (Japon), des synergies de substitution par échanges de flux énergétiques sont opérées entre Osaka Gas Company (opérateur d'un terminal méthanier) et des industries voisines, fortement consommatrices d'utilités énergétiques de qualité diverse (vapeur, froid, etc.).

Les territoires industrialo-portuaires français ne font pas exception à cette tendance observée à l'échelle internationale : l'engagement et les initiatives en termes d'optimisation de la gestion des ressources sont d'abord réfléchies et implémentées de manière segmentée par sous-systèmes : industriel, urbain, agricole, touristique (Collectif, 2013; Mat et al., 2014). Des démarches de type « ville durable », « agriculture soutenable ou biologique », « parcs éco-industriels », etc. sont menées en parallèle, de façon souvent indépendantes et ne communiquant que peu entre elles. Par ailleurs, on constate une spécialisation croissante des activités au sein même de ces différents sous-systèmes. Sur la ZIP de Fos sur Mer par exemple et plus globalement sur le pourtour de l'Etang de Berre, les échanges de flux de matières et d'énergie se sont développées de longue date au sein et entre les filières chimiques, pétrochimiques, sidérurgiques et énergétiques. Les frigories générées par le terminal méthanier de Fos Tonkin sont par exemple revalorisées par le site industriel d'Air Liquide (production d'azote), situé à proximité, qui lui-même renvoie un flux énergétique « chaud » utilisé dans le processus de regazéification du GNL opéré par Elengy.

Eu égard aux enjeux et à la complexité auxquels sont confrontés les territoires portuaires (Foulquier, 2012), on peut craindre que cette approche unique basée sur la seule optimisation de chacun des sous-systèmes ne permette finalement pas de relever les défis qui se posent. Pour atteindre un optimum écologique et économique, faut-il continuer à traiter de manière isolée ces différents sous-systèmes, en cherchant à les optimiser ou existe-t-il un intérêt à davantage faire co-exister et collaborer ces différents sous-systèmes composant l'espace portuaire ? Ces sous-systèmes, considérés dans le cadre de politique de développement et d'aménagement de manière autonomes, sont en réalité poreux et en interaction étroite avec des systèmes extérieurs à leur périmètre. Cette porosité et interaction permanente laisse entrevoir l'intérêt de la coopération et d'une juste articulation entre les différents sous-systèmes des espaces portuaires.

Sur le terrain, des initiatives menées à l'interface port-ville ou port-espace agricole illustrent cette tendance à décloisonner les approches d'écologie industrielle en tendant vers une plus grande complexité du système territorial et une plus grande interaction fonctionnelle entre les différents sous-systèmes qui le composent. Le port constitue alors un véritable levier pour la mise en œuvre et l'instauration de ces interactions avec les secteurs urbains et agricoles situés à proximité plus ou moins immédiate des Zones Industriale-Portuaires (ZIP) (Cerceanu et al., 2014). Certaines démarches présentent ainsi une diversité de synergies intéressante. En résulte l'existence d'interactions sectorielles et fonctionnelles entre les sous-systèmes industriel-portuaires, agricoles et urbains, révélatrices et contributrices d'un projet davantage territorialisé et décloisonné.

### **3.2 Interactions entre industries portuaires et espaces urbains**

Plusieurs cas recensés et étudiés font apparaître des synergies opérées entre les systèmes industrialo-portuaires et urbains. En Europe, Kalundborg ou Rotterdam figurent parmi les exemples les plus étudiés (Côté et Cohen-Rosenthal, 1998; Ehrenfeld et Chertow, 2002; Jacobsen, 2006, Baas et Boons, 2004 ; Baas et Boons, 2007) et les plus emblématiques de cette typologie de relations Ville-Port, qui s'opèrent très souvent à travers la réalisation de réseaux de chaleur urbains alimentées par les excédents d'énergie des ZIP voisines. En France, le territoire dunkerquois a également développé, depuis 1986, un vaste réseau de chaleur (100 MW), qui permet de capter et valoriser les excédents thermiques des hauts fourneaux sidérurgiques d'Arcelor-Mittal. Ce réseau alimente en chaleur 16 000 équivalents logements (collectifs et bureaux).

Des illustrations concrètes de synergie entre la Ville et le Port sont également observées en Afrique du Nord. Par exemple, l'Office Chérifien des Phosphates (OCP) au Maroc développe une approche centrée sur le complexe industrialo-portuaire de Jorf Lasfar mais également une approche plus « territoriale » si l'on prend en compte dans l'échelle d'analyse les sites d'extraction et de traitement primaire des minerais (Labaronne et al., 2014). Une grande diversité de synergies sont ainsi développées (échanges de flux et d'utilités, mutualisation de services et de personnels, etc.) au profit de l'entreprise d'Etat, de ses partenaires commerciaux via des joint-ventures (logique de *Plug and Play* des installations sur le minéroduct) et des collectivités voisines des activités industrielles d'extraction et de transformation.

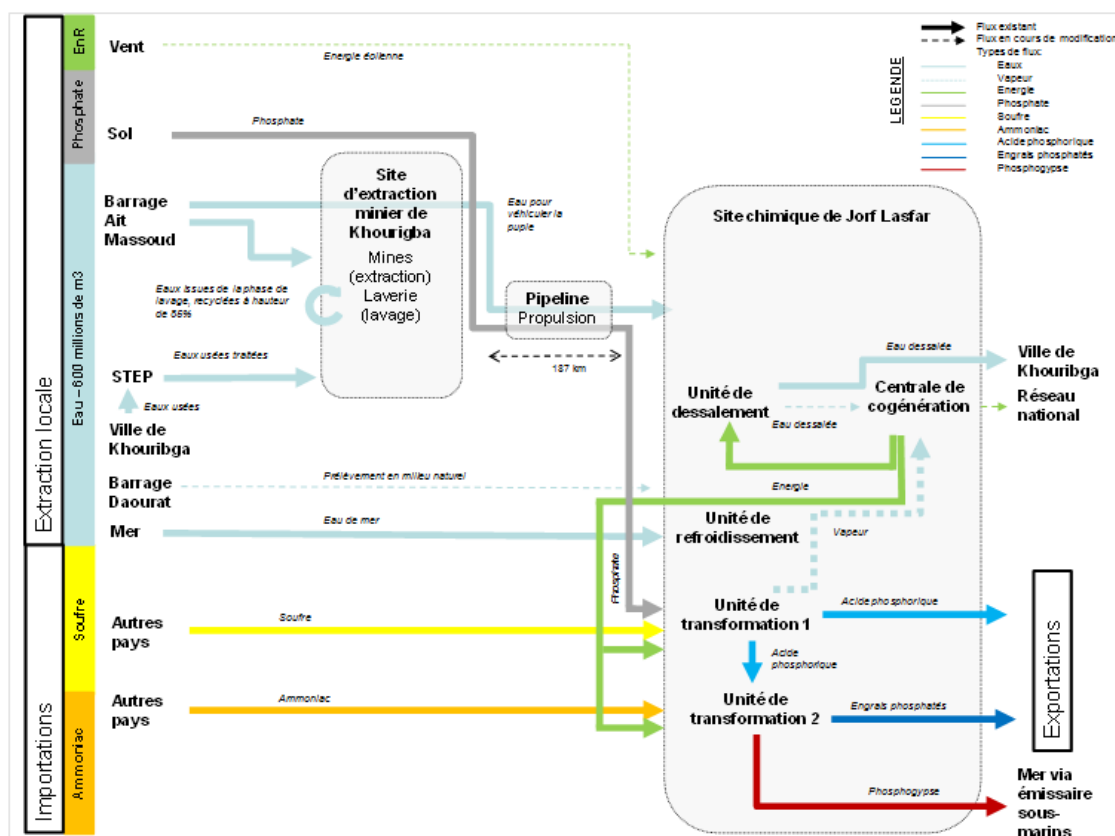


Figure 2. Métabolisme de l'OCP sur le territoire portuaire de Jorf Lasfar (source : Cerceau, J. 2012)

L'OCP a ainsi amélioré son process (Figure 2) permettant un recyclage de 85% des eaux en circuit fermé et une diminution de la consommation totale en eau de 15 million de m<sup>3</sup> par an. Au-delà de générer des gains économiques substantiels pour la filière industrielle de production d'engrais phosphatés, cet investissement bénéficie également aux collectivités voisines en diminuant l'impact de la production d'engrais et d'acide phosphorique de Jorf Lasfar sur la ressource en eau.

### 3.3 Interactions industries portuaires et espaces agricoles

D'autres cas étudiés font apparaître des synergies opérées entre les systèmes industrialo-portuaires et agricoles situés à proximité. Figüiere et al. (2013) soulignent à ce titre l'intérêt d'une plus grande intégration du système agricole en écologie industrielle.

En Europe, un exemple aujourd'hui bien référencé est développé sur le domaine industrialo-portuaire de Zeeland aux Pays-Bas. Le Biopark de Terneuzen a été développé à l'échelle d'un cluster, au sein duquel les entreprises ont spontanément développé des synergies éco-industrielles depuis 2007 (échanges d'utilités thermiques et de CO<sub>2</sub>, d'eau, de biomasse, etc.).



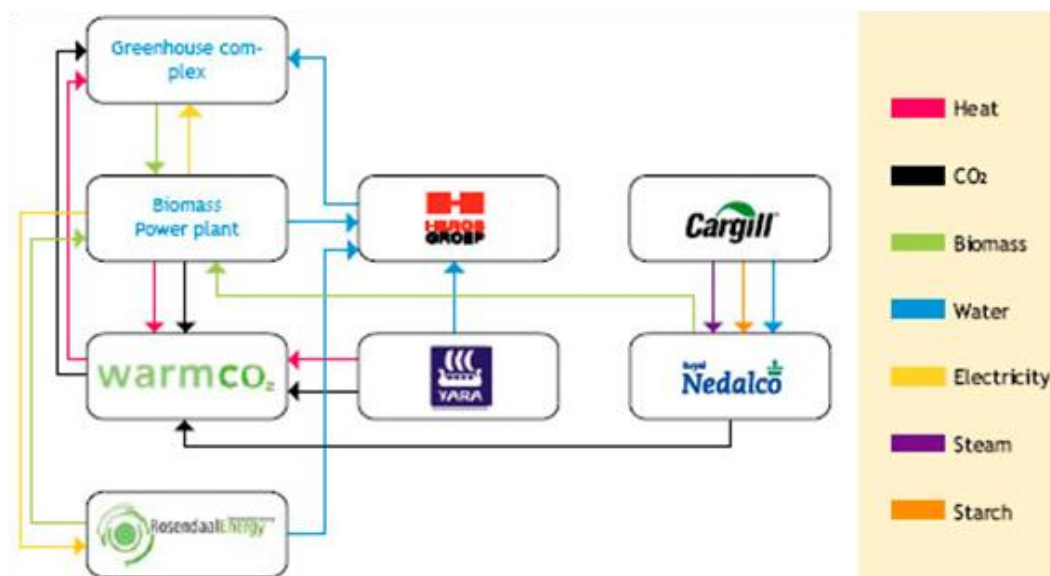


Figure 3. Synergies du Biopark Terneuzen (source : <http://www.bioparkterneuzen.com>)

Parmi les synergies existantes, la *Warm CO<sub>2</sub> initiative* permet de récupérer des rejets de chaleur et de CO<sub>2</sub> de l'entreprise Yara afin d'alimenter des serres agricoles et horticoles implantées à proximité du complexe industriel chimique (Figure 3).

En Asie, au sein du complexe industriel-portuaire d'Ulsan (Corée du Sud), plus de 27 symbioses industrielles ont d'ores et déjà été mises en œuvre (Park, 2013). De nouvelles connexions apparaissent à l'interface avec les activités agricoles et urbaines. Par exemple, l'entreprise pétrochimique SK Energy valorise des excédents thermiques de son process chez ces voisins industriels et envisage de répondre en partie, par un réseau de chaleur, aux besoins du secteur urbain d'Ulsan. Le site de valorisation énergétique des déchets d'Ulsan, situé sur la ZIP, capte et revalorise, par un bio-digester, une part croissante de ressources locales en mélange, provenant du milieu urbain (boues de station d'épuration) et du milieu agricole (lisier d'élevage porcin, etc.). Le méthane ainsi produit est utilisé comme source d'énergie pour produire de la vapeur, consommée ensuite par les différentes industries de la ZIP (papeterie, etc.).

#### 4. Discussion et perspectives de recherche

L'approche transversale et décroisée, tant louée dans le cadre des politiques publiques de développement durable, est finalement peu observée sur le terrain, au détriment notamment de l'émergence d'un véritable projet de territoire en termes d'écologie industrielle. Il serait intéressant d'étudier en quoi une approche territoriale élargie, quasi inexistante à l'heure actuelle, et pouvant s'appuyer sur les principes de l'écologie industrielle et territoriale, pourrait permettre de révéler de nouvelles opportunités et constituer un gain potentiel supérieur à la simple addition des initiatives et processus d'optimisation de chaque sous-système. Ces derniers s'inscrivent dans des approches qui se réclament de principes différents. Or il conviendrait de vérifier les liens existants et potentiels entre ces approches, ainsi que leur capacité à parvenir à des constats similaires (intérêt d'un décroisement des démarches, besoin d'une gouvernance élargie, besoins de nouvelles interactions entre parties prenantes, etc.). Ces constats posent ainsi la question de la pertinence de développer des approches décroisées du point de vue scientifique (enjeu de l'interdisciplinarité), politique (processus de construction territoriale telle que la métropolisation) et opérationnel (enjeu des interactions fonctionnelles), en s'appuyant sur le contexte spécifique des territoires industriel-portuaires.

De futurs travaux de recherche proposent ainsi d'explorer et d'explicitier les termes de l'équation suivante, posée ici comme hypothèse :

$$\sum(I_{IP}+I_A+I_U) \underset{\textcircled{1}}{<} \sum(I_{IP}+I_A+I_U) + \underset{\textcircled{2}}{I_T} \underset{\textcircled{3}}{<} \sum(I_{IP} \cdot t_{IP} + I_A \cdot t_A + I_U \cdot t_U) + I_T$$

Valeur ajoutée territoriale (indépendante)

Paramètres qui expriment l'influence du système T

Création de l'interdépendance (maillage, complexité) et augmentation de la résilience

Dans laquelle :

- $I_{IP}$  : Initiatives d'optimisation de la gestion des ressources dans le sous-système industrialo-portuaire
- $I_A$  : Initiatives d'optimisation de la gestion des ressources dans le sous-système agricole
- $I_U$  : Initiatives d'optimisation de la gestion des ressources dans le sous-système urbain
- $I_T$  : Initiatives d'optimisation de la gestion des ressources au niveau du système territorial (approches décroisées)
- $t_x$  : Facteur d'interaction des autres sous-systèmes sur le système considéré.

Le **terme 1** serait celui généralement observé à l'heure actuelle, dans la majorité des territoires industrialo-portuaires, caractérisé par un cumul d'approches cloisonnées par sous-systèmes. Le **terme 2** pourrait alors correspondre à la tendance de certains territoires à vouloir reconsidérer leur approche de gestion des ressources à une échelle élargie (dans le cadre de processus de métropolisation notamment tels qu'observés à l'échelle d'Aix-Marseille Provence en France) : l'ambition de définition et de représentation territoriale reste principalement au stade politique et n'influence que peu les pratiques au sein de chacun des sous-systèmes. L'approche proprement territoriale (**terme 3**) introduirait des facteurs prompts à influencer les pratiques de chacun des sous-systèmes, produisant de fait une nouvelle interdépendance entre sous-systèmes. Au-delà de la juxtaposition de sous-systèmes vertueux en termes de gestion des ressources, il s'agit ici de favoriser l'émergence d'un système « territoire » support de la résilience de ces espaces et créateur d'effets rétroactifs pouvant influencer sur l'optimisation de chaque sous-système. En analogie avec les écosystèmes, le système territorial tendrait alors vers une complexité croissante, faisant émerger de par les interactions entre les composantes industrielles, urbaines et agricoles un système « territoire » complexe qui, à l'instar des propriétés émergentes, ne peut se déduire des lois qui régissent ces composantes (Cerceanu, 2013). En retour, ce système « territoire », par une causalité descendante (Kim, 1999), aurait pour impact de modifier les composantes territoriales, en densifiant notamment le système d'interactions qui les lient.

Ces futurs travaux de recherche posent ainsi la question du caractère suffisamment intégratif de l'écologie industrielle et territoriale (Brullot et al., 2014 ; Buclet, 2011) comme cadre conceptuel global permettant d'appréhender la complexité de cette dynamique locale nouvelle de gestion des ressources à l'échelle d'un territoire, et ce quel que soient les secteurs économiques représentés. Il s'agit en effet de s'assurer que l'écologie industrielle, menée à une échelle territoriale, en renouvelant les interactions entre les composantes de ce système, contribue effectivement à une plus grande efficacité de la gestion des ressources et à une plus grande résilience ou adaptabilité des territoires.



## 5. Conclusion

Les systèmes territoriaux industrialo-portuaires présentent l'intérêt d'être constitués des sous-systèmes industriels, portuaires, urbains et agricoles. Ces derniers font aujourd'hui l'objet de nombreuses démarches respectives en termes d'optimisation de la gestion des ressources (politiques, actions, plans, etc.). L'observation d'initiatives, issu d'un retour d'expériences effectué à une échelle internationale, fait ressortir un faible découplage territorial des démarches d'écologie industrielle. Cet article pose la question du potentiel de développement d'interactions fonctionnelles pouvant être tissées entre différents sous-systèmes territoriaux (urbains, industriels, agricoles) dans une optique d'optimisation constante et élargie de la gestion des ressources. Il pose aussi la question de l'intérêt d'un tel découplage en modélisant en quoi une approche davantage territorialisée pourrait constituer une plus-value pour ces systèmes territoriaux stratégiques. Au regard des dynamiques actuellement relevées sur le terrain, notamment en France, nous proposons de qualifier ces processus de transition à travers une équation basée sur trois stades d'évolution vers une plus grande territorialisation des démarches d'écologie industrielle, qu'il conviendrait de valider, compléter, affiner et critiquer par la suite dans le cadre de travaux de recherche ultérieurs.

## Références

- Baas, L., Boons, F., 2004. An industrial ecology project in practice: exploring the boundaries of decision-making levels in regional industrial systems. *J. Clean. Prod.* 12, 8–10, 1073–1085
- Baas, L., Boons, F., 2007. The introduction and dissemination of the industrial symbiosis projects in the Rotterdam Harbour and Industry Complex. *Environ. Technol. Manag.* 7 (5-6), 551-577
- Baret, V., P., Stassart, P.M., Vanloqueren, G., Van Damme, J., 2013. Dépasser les verrouillages de régimes socio-techniques des systèmes alimentaires pour construire une transition agroécologique. 1er congrès interdisciplinaire du développement durable - Quelle transition pour nos sociétés ? Namur (janv.-fév. 2013).
- Barles, S., 2005. Le métabolisme urbain : l'azote, XIXe-XXe siècle. Rapport dans le cadre du projet PIREN-Seine (extraits)
- Barles, S., 2009. Urban Metabolism of Paris and Its Region. *J. Ind. Ecol.* 13. 6.
- Barles, S., 2010. Les villes : parasites ou gisements de ressources ? Article publié dans *laviendesidees.fr* (25 mai 2010)
- Barles, S., Billen, G., Chatzimpiros, P., Kim, E., Garnier, J., Silvestre, M., 2011. Ville et fonctionnement du bassin de la Seine : matériaux de construction, sol, énergie, alimentation. Contribution à une écologie territoriale. PIREN-Seine. Phase V – Rapport de synthèse 2007-2010.
- Billen, G., Garnier, J., Némery, J., Sebilo, M., Sferratore, A., Barles, S., Benoit, P., Benoit, M., 2007. A long-term view of nutrient transfers through the Seine river continuum. *Sci. Total. Environ.* 375. 80.
- Billen G., Garnier J., Barles S., 2012. History of the urban environmental imprint: Introduction to a multidisciplinary approach to the long-term relationships between western cities and their hinterland *Regional Environmental Change* 12, 2 (2012) 249-253 - <http://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-00808437>
- Brulot, S., 2009. Mise en œuvre de projets territoriaux d'écologie industrielle en France: vers un outil méthodologique d'aide à la décision. Thèse de doctorat, Université de Technologie de Troyes.
- Brulot, S., Maillefert, M., Joubert, J., 2014. « Stratégies d'acteurs et gouvernance des démarches d'écologie industrielle et territoriale », *Développement durable et territoires* [En ligne], vol. 5, n°1 | février 2014, mis en ligne le 04 février 2014, consulté le 07 mai 2014. URL: <http://developpementdurable.revues.org/10082> ; DOI : 10.4000/developpementdurable.10082
- Buclet, N., 2011. *Ecologie industrielle et territoriale, stratégies locales pour un développement durable*, Septentrion Presses Universitaires, 336p.
- Calame, P., 2012. Discours d'ouverture aux 1ères rencontres francophones de l'écologie industrielle et territoriale à Troyes. 17 octobre 2012.
- Cerceau, J., 2013. *L'écologie industrielle comme processus de construction territoriale : application aux espaces portuaires*. Thèse de doctorat, Ecole des Mines d'Alès.

- Cerceau, J., Mat, N., Junqua, G., Lin, L., Laforest, V., Gonzalez, C., 2014. Implementing industrial ecology in port cities : international overview of case studies and cross-case analysis. *J. Clean. Prod.* 74, 1-16.
- Chertow, M., 2007. "Uncovering" Industrial Symbiosis. *J. Ind. Ecol.* 11. 1.
- Collectif, 2013. Séminaire national sur l'écologie industrielle dans les territoires portuaires. Document de synthèse. Paris, le 4 avril 2013.
- Côté, R., Cohen-Rosenthal, E., 1998. Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. *J. Clean. Prod.* 6 (3-4), 181-188.
- Ducruet, C., 2008. « Typologie mondiale des relations ville-port », *Cybergeog. Eur. J. Geogr.* [Online], Space, Society, Territory, document 417, Online since 27 March 2008, connection on 19 June 2013. URL : <http://cybergeog.revues.org/17332> ; DOI : 10.4000/cybergeog.17332
- Ehrenfeld, J., Chertow, M., 2002. Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg. In: Ayres, R. (Ed.), *A Handbook of Industrial Ecology*. Edward Elgar, Northampton, USA.
- Erkman, S., 2004. Pour une écologie industrielle. Editions Charles Leopold Mayer.
- Figuère, C., Metereau, R., 2012. Le secteur agroalimentaire comme point de départ pour une organisation écosystémique des activités humaines. Colloque interdisciplinaire sur l'écologie industrielle et territoriale. Troyes, 17 et 18 octobre 2012.
- Foulquier, E., 2012. « Politique(s) de l'espace portuaire », *L'Espace Politique* [En ligne], 16 | 2012-1, mis en ligne le 21 mars 2012, consulté le 11 septembre 2014. URL : <http://espacepolitique.revues.org/2309>
- Giurco, D., Bossilkov, A., Patterson, J., Kazaglis, A., 2010. Developing industrial water reuse synergies in Port Melbourne: cost effectiveness, barriers and opportunities. *J. Clean. Prod.*
- Hoyle, B.S., 1989. The port-city interface: trends, problems and examples. *Geoforum* 20 (4), 429-435.
- Jacobsen, N.B., 2006. Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects. *J. Ind. Ecol.* 10 (1-2), 239-255.
- Kennedy, C., Cuddihy, J., Engel-Yan, J., 2007. The Changing Metabolism of Cities. *J. Ind. Ecol.* 11. 2.
- Kim, J., 1999. Making sense of emergence. *Philosophical studies*, 95, 3-36.
- Labaronne, D. (Coord), 2014. Villes portuaires au Maghreb, acteurs du développement durable. Presses des Mines - TRANSVALOR, Paris.
- Lavaud-Letilleul, V. (Coord), 2013. « Développement industrielo-portuaire, enjeux socio-environnementaux et gestion durable des territoires dans les ports de commerce. Réalités françaises, comparaisons internationales ». Programme PISTE (Port – Industrie – Société – Territoire - Environnement). Rapport final.
- Lévêque, L., 2012. « Le nouveau rôle des autorités portuaires dans l'adaptation des clusters aux enjeux de la globalisation », *L'Espace Politique* [En ligne], 16 | 2012-1, mis en ligne le 21 mars 2012. URL : <http://espacepolitique.revues.org/2210> ; DOI : 10.4000/espacepolitique.2210
- Mat, N., Cerceau, J., 2012. Les ports à l'heure de l'écologie industrielle. Panorama international des initiatives collaboratives multi-acteurs autour de la gestion des ressources dans les territoires portuaires. Rapport final. Projet co-financé par l'ADEME.
- Mat, N., Junqua, G., Cerceau, J., 2014. Ecologie industrielle dans les territoires portuaires. Pratiques internationales et expériences françaises. *Techniques de l'ingénieur*.
- Merk., O. 2013. The competitiveness of global port-cities: synthesis report. OECD. URL: <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/Competitiveness-of-Global-Port-Cities-Synthesis-Report.pdf>
- Nevens, F., Frantzeskaki, N., Gorissen, L., Loorbachet, D., 2012. Urban Transition Labs: co-creating transformative action for sustainable cities, *J. Clean. Prod.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.001>
- Olazabal, M., Pascual, U., 2012. Postulates of urban resilient sustainability transitions: a cross-disciplinary approach. Paper submitted to ISEE 2012 Conference - Ecological Economics and Rio+20: Challenges and Contributions for a Green Economy. Submission date: November 22, 2011
- Olazabal, M., Chelleri, L., 2012. Multidisciplinary perspectives on urban resilience. Workshop Report 1st edition.
- Park, H-S., 2013. Ulsan Ecopolis and Eco-Industrial Parks Challenges towards Sustainability - A case in Progress. Presentation in Ecoforum on "Pathway to I-EA-T Eco Industrial Town" 12 Dec., Bangkok, Thailand.
- Vallega, A., 2001. Urban waterfront facing integrated coastal management. *Ocean Coast. Manag.* 44, 379-410.