

Chapitre 5

Le rôle des ports dans la mise en place de démarches d'écologie industrielle et le développement de l'économie circulaire

Juliette Cerceau

Chercheur associé
UMR PACTE
Alès - France

e³ Nicolas Mat

Docteur
Laboratoire de Génie de l'Environnement Industriel
Ecole des Mines d'Alès
Alès - France

Biographies

*Après 5 ans d'expériences dans l'accompagnement de stratégies territoriales de développement durable (Agenda 21, PCET), au sein d'Auxilia en tant que consultante puis chef de projet sur les enjeux d'écologie industrielle et territoriale notamment, Juliette CERCEAU a décidé de consolider son expertise par une thèse portant sur l'écologie industrielle comme processus de construction territoriale dans les territoires portuaires. Docteur en Sciences et Génie de l'Environnement de l'Ecole des mines de St Etienne, chercheur associé à l'UMR PACTE (Politiques publiques, ACTION politique et TERRITOIRE) et qualifiée en Aménagement du Territoire, **Juliette Cerceau** poursuit aujourd'hui ses travaux de recherche interdisciplinaire sur l'économie circulaire et l'écologie industrielle appliquées aux territoires. Elle aborde les questions liées à la transition socioécologique des territoires en articulant métabolisme territorial, structuration de l'espace, jeux d'acteurs et capacité collective..*

*Energéticien de formation, **Nicolas Mat** travaille depuis 10 ans dans le secteur du conseil et de l'accompagnement de projets de développement durable pour le compte de collectivités, d'entreprises et d'institutions (ADEME, CGDD, ANR, etc.). Il intervient sur des projets à la fois dans le champ opérationnel et de la Recherche&Développement, sur les thématiques d'écologie industrielle et territoriale, de Bilans Carbone et de Plans Climats Energie Territoriaux. Il a notamment coordonné et réalisé en 2011-2012 un retour d'expériences, à une échelle internationale, sur des démarches d'écologie industrielle menées au sein de territoires industrialo-portuaires.*

En parallèle à son activité de conseil et d'expertise, il a soutenu, en octobre 2015, une thèse de doctorat au sein du Laboratoire de génie en environnement industriel de l'Ecole des Mines d'Alès. Son sujet de recherche porte sur les enjeux d'écologie industrielle et de transition énergétique au sein des territoires portuaires.

Il coordonne et anime depuis 2013 un groupe de travail national portant sur la transition des territoires portuaires vers une économie circulaire. Il intervient régulièrement dans le cadre d'enseignements et de cycles de cours en Université et Ecole d'Ingénieurs, autour des enjeux d'écologie industrielle et territoriale et de gestion de projets.

Introduction

La transition vers un modèle économique plus circulaire, inscrit dans une temporalité tournée vers le long terme, est en passe de devenir une des priorités. Jusqu'à présent, en France, les initiatives locales visant à une meilleure gestion des ressources se sont davantage inscrites dans la terminologie de l'écologie industrielle et territoriale. Cette dernière, en tant que champ disciplinaire et démarche opérationnelle de terrain, fait l'objet à une échelle internationale de travaux de la communauté scientifique depuis le milieu des années 1990. Du point de vue de l'ADEME, l'écologie industrielle est aujourd'hui définie comme un outil, parmi d'autres (tels que l'éco-conception, l'économie de fonctionnalité, etc.), pour la mise en œuvre d'une économie circulaire. Plus fondamentalement, l'écologie industrielle et l'économie circulaire diffèrent, selon nous, par leurs échelles d'intervention. L'économie circulaire s'inscrit plutôt dans des stratégies aux échelles nationales, à l'instar de la Loi pour la promotion de l'économie circulaire entrée en vigueur en 2009 en Chine. Elle s'inscrit en cohérence avec l'émergence d'un « système-monde », à l'échelle d'un nouvel espace globalisé où l'on considère toute région du monde comme marché potentiel pour cette nouvelle activité humaine qu'est le recyclage des ressources (Buclet, 2011). L'écologie industrielle, quant à elle, s'inscrit davantage à l'échelle locale des territoires, comme l'ont souligné Brulot et Beaurain (2011).

En s'inspirant du fonctionnement des systèmes biologiques, l'écologie industrielle et territoriale cherche à optimiser, dans une logique de proximité, le management local des ressources et des déchets en densifiant les interactions entre parties prenantes occupant une même aire géographique ou fonctionnelle (Mat *et al.* 2014). Les symbioses industrielles, comme moyens de mise en œuvre de l'écologie industrielle, impliquent des échanges de flux de matières, d'énergie, d'eau, de sous-produits et d'informations, grâce aux opportunités synergétiques offertes par la proximité géographique (Chertow, 2000). Il convient de souligner l'importance d'un climat de confiance entre parties prenantes locales pour partager ces enjeux et envisager des réalisations communes, créant, pour certaines, des relations d'interdépendances durables entre acteurs. Si plusieurs conceptions de l'écologie industrielle coexistent dans le domaine scientifique, il n'en demeure pas moins qu'elle relève d'une démarche territoriale. Elle apparaît davantage comme un processus de construction d'un « système-territoire » productif (Beaurain et Brulot, 2011 ; Cerceau, 2013), que ce territoire soit à vocation industrielle, agricole, urbaine, portuaire ou mixte.

Nos récents travaux de recherche ont développé l'argumentation selon laquelle les territoires industrialo-portuaires constituent des espaces particuliers et pertinents pour l'écologie industrielle et l'économie circulaire et méritent à ce titre d'être considérés comme objet à part entière de recherche et de mise en œuvre

de ces concepts (Mat *et al.* 2012, Cerceau *et al.*, 2014). Ce chapitre a ainsi pour ambition de mettre en évidence la spécificité des espaces portuaires dans ce contexte de mise en œuvre de dynamiques d'économie circulaire et d'écologie industrielle. Par spécificité, nous entendons d'abord souligner les caractéristiques spécifiques de ces espaces, qui par leur fonction éminemment logistique ouverte sur la mer et l'hinterland, se construisent en tension permanente entre « système territoire » localisé et « système monde » globalisé. Nous montrerons ainsi, par des exemples d'initiatives inventoriées à l'échelle internationale, que les nombreuses dynamiques d'économie circulaire et d'écologie industrielle à l'œuvre dans ces espaces portuaires se déclinent à plusieurs échelles spatiales, du site localisé au réseau globalisé, en passant par l'interface port-ville. Mais par spécificité, nous entendons, dans un second temps, souligner le rôle que peuvent jouer ces espaces portuaires pour la mise en œuvre et la diffusion des dynamiques d'économie circulaire et d'écologie industrielle au sein de leurs territoires d'ancrage. Ces spécificités nous amèneront ainsi à questionner, dans un troisième temps, l'évolution de la fonction portuaire dans la gestion territoriale des ressources.

Spécificités des espaces portuaires au regard des enjeux d'économie circulaire et d'écologie industrielle

L'espace portuaire, à l'interface entre « système-territoire » localisé et « système monde » globalisé

Un territoire portuaire peut être perçu sous des angles ou perspectives multiples. Ducruet *et al.* (2013) ont défini différents types de ports au regard des liens qui s'opèrent entre l'infrastructure portuaire et le territoire d'ancrage : les régions métropolitaines et industrielles portuaires sont caractérisées par une inscription forte dans le trafic international de marchandises. Ces régions métropolitaines sont généralement assez riches et leurs activités sont davantage orientées vers le secteur tertiaire alors que les ports industriels régionaux sont plutôt caractérisés par des activités de production et de transformation de matières. Les régions portuaires productives sont, quant à elles, plus vastes générant un produit intérieur brut élevé et générant un trafic de fret international généralement inférieur à la moyenne mondiale.

Foulquier (2012) insiste sur la complexité de l'espace portuaire, 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. Nœuds logistiques essentiels pour les flux de matières et d'informations, à l'interface

entre terre et eau, dans un réseau mondial de chaîne de transfert, ces espaces contribuent jusqu'à 25 % de la production de richesses mondiale. Pour les pays dotés d'un accès à la mer, les territoires portuaires sont les portes d'entrée et de sortie privilégiées de la plupart des flux de matières et d'énergie irriguant le pays. Ils représentent également des maillons essentiels du fonctionnement des régions dans lesquelles ils s'inscrivent, étant à la fois pourvoyeurs de plusieurs dizaines de milliers d'emplois locaux et contributeurs significatifs à l'économie régionale et nationale (Merk *et al.*, 2011). Imbriqués dans un contexte local complexe, où les enjeux de gestion et de partage des ressources sont exacerbés par la coexistence d'usages industriels, agricoles, urbains, touristiques dans des espaces côtiers souvent protégés, ils concentrent des conflits d'usages singuliers autour de la gestion de l'énergie, de l'eau, des déchets, des surfaces foncières, de la biodiversité, etc. Ils doivent ainsi chercher à la fois à optimiser l'utilisation des ressources (eau, énergie, etc.) entre les différents acteurs et gérer une grande diversité de questions environnementales notamment liées aux rejets (émissions gazeuses, effluents liquides, déchets solides) dans l'air, les sols, les eaux continentales et marines.

Ainsi, les modèles de développement portuaire présentent la singularité d'être en tension permanente entre deux extrêmes : un modèle de développement interconnecté à un « système-monde » globalisé et un modèle de développement imbriqué dans un « système-territoire » localisé. La transition socioécologique de ces espaces portuaires se trouve donc à la croisée des chemins entre une économie circulaire globale et une écologie industrielle locale : elle peut faire du port le nœud stratégique de l'optimisation de la circulation des flux à une échelle globale ; elle peut faire du port l'interface pour une meilleure gestion des ressources à une échelle locale. Cette problématique trouve un écho tout particulier quant aux enjeux de gouvernance des territoires urbano-portuaires étalés et complexes. Pour Daudet et Alix (2012), ces territoires, en tension entre des enjeux locaux et globaux, sont au cœur des stratégies territoriales modernes : ils sont en dualité permanente entre pragmatisme opérationnel local et globalisation concurrentielle. En termes de gouvernance, la solution est alors à trouver dans la conjugaison des ambitions et des moyens financiers de plusieurs parties prenantes, allant de la collectivité aux grands donneurs d'ordre logistique ou industriel, en passant par l'autorité portuaire, afin de co-construire des solutions territoriales attractives.

Dynamiques portuaires d'économie circulaire et d'écologie industrielle à l'échelle internationale

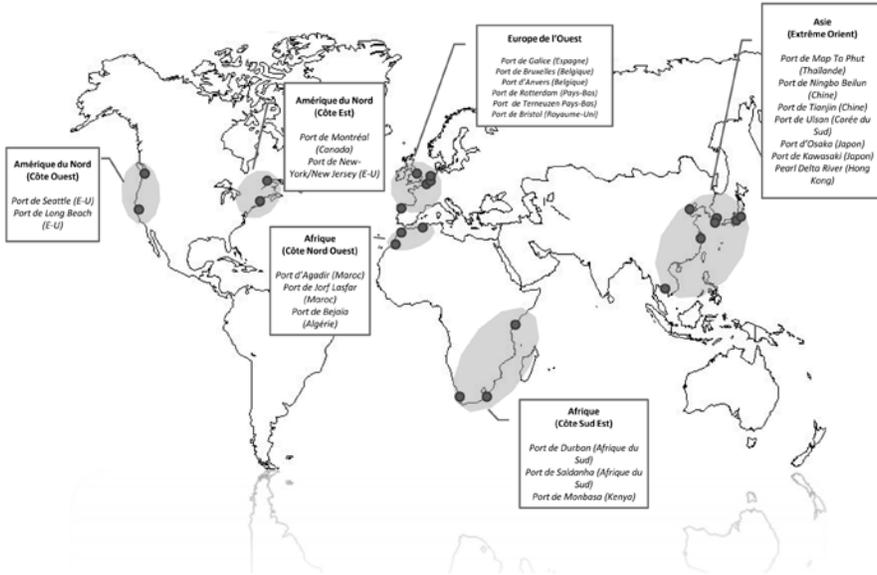
A l'échelle internationale, les initiatives se réclamant de l'économie circulaire ou de l'écologie industrielle sont nombreuses. Parmi elles, il existe une diversité d'initiatives mises en œuvre au sein de territoires portuaires, visant tout à la fois une meilleure gestion des ressources et le développement de nouvelles opportunités économiques, allant pour certaines au-delà du modèle économique classique des ports orienté vers le seul développement des flux entrants et sortants (principales sources des recettes portuaires).

Dynamiques portuaires d'économie circulaire et d'écologie industrielle en Amérique du Nord, en Asie, en Afrique et en Europe

Dans le cadre d'un travail de recherche, une trentaine de cas d'étude ont récemment été analysés en Amérique du Nord, en Europe, en Afrique et en Asie (Mat *et al.*, 2012 ; Cerceau *et al.*, 2013). Cette analyse, non exhaustive, a permis de mettre en évidence de nombreuses initiatives relevant, de manière explicite ou non, de démarches d'écologie industrielle et d'économie circulaire (Figure 1). D'autres cas pourraient utilement compléter ce panorama, tels que les cas de Moerdijk (Pays-Bas), Kalundborg (Danemark), Kwinana (Australie), par ailleurs déjà bien étudiés et renseignés dans la littérature scientifique sur le sujet.

Ces initiatives menées sur les territoires portuaires sont bien souvent le fruit d'une prise de leadership par un ou plusieurs acteurs locaux. La concrétisation rapide de premières actions collaboratives entre acteurs apparaît comme une réponse efficace dans un contexte local de tensions sur les ressources ou de difficultés économiques (fermeture ou risques de fermetures d'unités industrielles) qui imposent aux acteurs de réapprendre à collaborer pour l'optimisation de la gestion des ressources. Elles connaissent de multiples configurations. L'émergence de ces initiatives peut résulter d'une impulsion de la « Loi politique » (approche planifiée de type « top-down »), comme c'est le cas à travers le Programme NISP au Royaume-Uni, ou les Lois cadre d'économie circulaire en Chine, au Japon ou en Corée du Sud. Elle peut également résulter d'une impulsion de la « Loi du marché » (approche spontanée de type « bottom-up »), par une prise d'initiatives des acteurs socio-économiques.

Figure 1 : Panorama international, non-exhaustif, de démarches d'écologie industrielle et d'économie circulaire menées dans les territoires portuaires



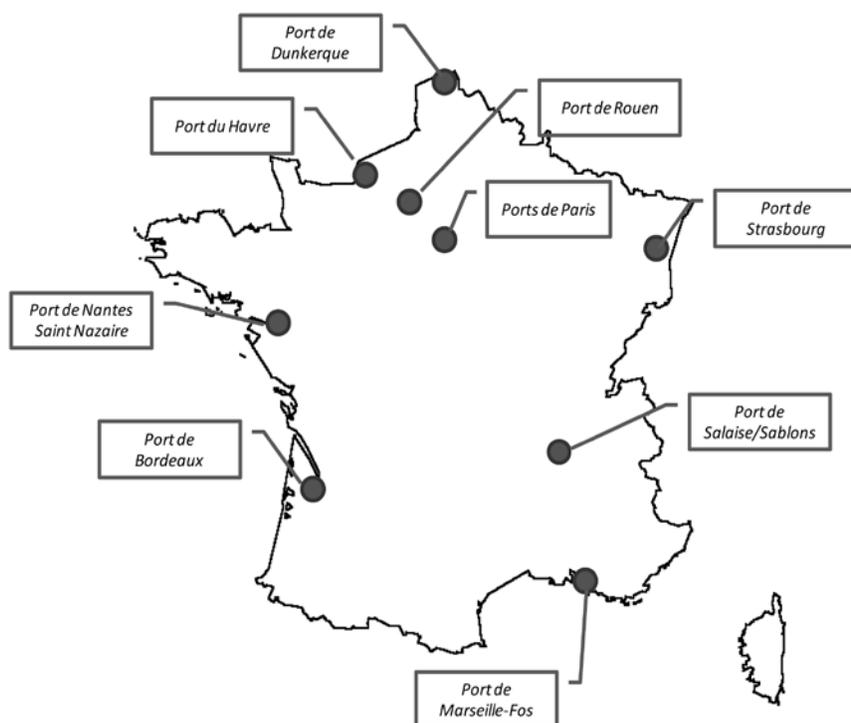
Source : Mat et Cerceau, 2012 et Cerceau et al., 2013.

Pour autant, la complexité organisationnelle des démarches, articulant souvent sur une même aire géographique de multiples initiatives plus ou moins coordonnées, implique de penser une continuité entre ces deux approches. Quant aux objectifs de ces démarches, ils sont propres à chacun des territoires considérés, évoluant dans un contexte particulier : caractérisation et gestion de flux de polluants, recherche de synergies potentielles entre activités implantées sur le territoire, adaptation d'un tissu économique local (mutations industrielles, développement de nouvelles activités, secteurs en crise, attractivité du territoire...) Les synergies mises en œuvre sont également d'une grande diversité (échanges de flux, mutualisations d'équipements ou de services, etc.), tant en termes de flux considérés (eau, énergie, matières), qu'en termes de forme organisationnelle, incluant bien souvent, et de plus en plus, différentes parties prenantes locales ou nationales (instances gouvernementales, entreprises, collectivités, autorités portuaires, associations citoyennes, etc.) dans une logique de gouvernance élargie.

Dynamiques portuaires d'économie circulaire et d'écologie industrielle en France

Ce panorama international permet de mettre en perspective la dynamique mondiale d'écologie industrielle/économie circulaire à travers les initiatives en cours au niveau des territoires portuaires français (Figure 2). Le territoire dunkerquois a été pionnier en France sur le sujet, en engageant dès le début des années 2000 une recherche de synergies et la mise en place d'ECOPAL, un organisme local en charge de l'animation de la démarche d'écologie industrielle. Marseille-Fos et Le Havre ont commencé à investir la thématique à partir du milieu des années 2000, en capitalisant sur des actions pré-existantes d'acteurs locaux (logique « bottom-up »). Depuis 2010, le sujet prend un réel essor à l'échelle nationale, tant au plan stratégique qu'opérationnel, au sein de différentes places portuaires françaises (Strasbourg, Nantes Saint-Nazaire, Bordeaux, etc.).

Figure 2 : Principales places portuaires françaises impliquées dans des démarches d'économie circulaire et d'écologie industrielle

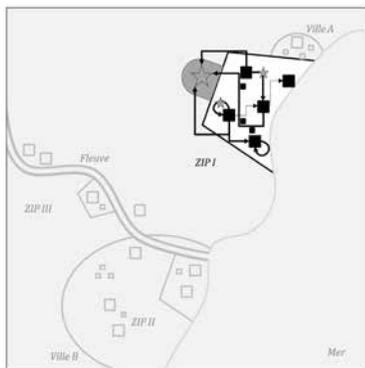


Source : Mat et al., 2014 .

On constate à l'échelle de ces territoires une grande diversité d'approches et de collaborations entre acteurs autour de la gestion des ressources. Elles peuvent prendre la forme de synergies autour de flux récurrents sur les zones industrialo-portuaires (boues et sédiments de dragage, utilités et excédents thermiques, le CO₂, effluents et déchets de navire, DIB, etc.). Elles peuvent également s'inscrire dans le cadre d'une vision partagée et stratégique à des échelles structurantes (on peut ici faire référence à la dynamique à l'œuvre à l'échelle de l'Estuaire de la Seine ou encore au Grand Projet Rhône-Alpes Rhône-Médian en lien avec la ZIP de Salaise-Sablons). Elles peuvent aussi donner lieu à la création de groupements d'intérêt économique (GIE) associant un ensemble industriel autour d'une plateforme de valorisation de flux (rejets thermiques, eau, etc.) et de mutualisation de services (à l'instar de l'association PIICTO sur Marseille-Fos ou du GIE Osiris de la Plateforme de Roussillon en cours de connexion avec la ZIP de Salaise/Sablons). Elles peuvent enfin justifier le montage de projets de recherche-action bénéficiant de sources de co-financement multiples (tel que pour le projet PEEPOS à Bordeaux, par exemple).

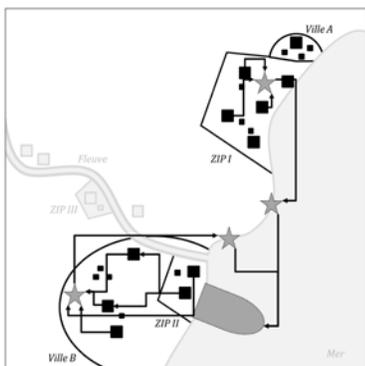
Des initiatives déclinées de l'échelle locale à l'échelle globalisée

L'état des lieux des démarches portuaires d'économie circulaire et d'écologie industrielle met en évidence leur caractère multi-scalaire. Ces différentes échelles sont souvent co-existantes bien que déconnectées. Sur le territoire portuaire havrais par exemple, coexistent des initiatives à l'échelle des zones industrialo-portuaires du Havre et de Port Jérôme, une démarche d'écologie industrielle menée à l'échelle de l'Estuaire de la Seine ainsi qu'un projet mené par l'HAROPA à l'échelle de l'axe Seine. Ainsi, le périmètre d'analyse et d'action en la matière peut s'inscrire à l'échelle d'un parc éco-industriel, d'une ville, d'une région, d'une île, d'un fleuve ou encore à l'échelle d'un bassin versant (Mat *et al.*, 2014). On distingue ainsi trois grandes tendances en termes de configuration spatiale de ces initiatives menées autour des espaces portuaires : l'éco-site, l'éco-territoire et l'éco-réseau (Cerceau, 2013).



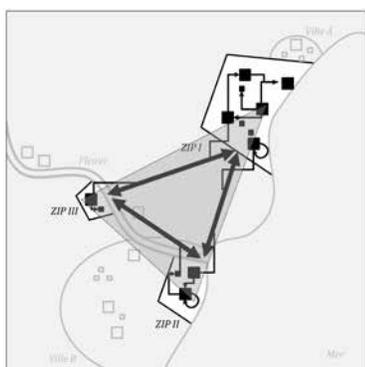
L'Eco-site

- Un complexe unifié, intégré et optimisé par la mise en œuvre de synergies ou par la mutualisation d'équipement, sur une partie du périmètre administratif de la zone industrialo-portuaire (terminal méthanier par exemple), ou bien sur la zone administrative portuaire dans son intégralité
- Un aménagement dessiné afin de faciliter la mise en œuvre de synergies, où les activités socioéconomiques et les infrastructures sont choisies pour apporter des réponses à la faisabilité technique de la symbiose industrielle (par exemple, la valorisation thermique de la chaleur issue de l'incinération de déchets dangereux)



L'Eco-territoire

- Un vaste espace géographique, pouvant aller de la ville portuaire à la baie, en vue de mettre en œuvre l'écologie industrielle à l'interface entre les fonctions industrialo-portuaires, urbaines ou agricoles de ce milieu
- Un développement d'innovations technologiques en vue d'optimiser la circulation des flux et l'utilisation des infrastructures à l'interface port-territoire et ainsi assoir la compétitivité et la pérennité des activités industrielles
- Une meilleure organisation fonctionnelle de la gestion des flux et de l'aménagement des infrastructures à l'échelle d'un éco-territoire



L'Eco-réseau

- Un espace portuaire, une région voire un pays, considéré comme une opportunité de formaliser un réseau inter-ports en créant une activité de centralisation et de valorisation de certains flux de sous-produits
- Une spécialisation fonctionnelle de l'activité industrialo-portuaire autour d'infrastructures permettant d'interconnecter les ports en matière de gestion des flux ou de services (exemple de la réparation navale qui s'appuie sur un ou différents sites et qui peut entraîner la structuration d'autres filières locales de recyclage/valorisation de matières)

Eco-site, éco-territoire et éco-réseau à l'échelle internationale

Parmi les éco-sites, on peut citer notamment la symbiose industrielle de Ningbo Chemical industrial zone, en Chine, qui se structure autour des différents sites de la chaîne de production de l'industrie chimique (Wang *et al.*, 2008). C'est également le cas au niveau de la zone industrialo-portuaire d'Anvers, en Belgique, dont le territoire de l'écologie industrielle se structure autour des sites de production de BASF ou du port de Béjaïa, en Algérie, dont la représentation du territoire d'écologie industrielle se focalise sur le site de Cévital. L'éco-site peut ainsi s'articuler autour d'un complexe industriel ou bien couvrir une partie du périmètre administratif de la zone industrialo-portuaire, tel que le terminal GNL d'Osaka au Japon, ou bien la zone administrative portuaire dans son intégralité, comme cela peut être le cas au niveau du Biopark Terneuzen aux Pays-Bas ou de la zone industrialo-portuaire de Tianjin, en Chine.

L'éco-territoire, quant à lui, peut se structurer à différentes échelles spatiales selon les enjeux sociétaux ciblés. Une dynamique d'écologie industrielle initiée en réponse à des enjeux de pollutions des eaux par exemple, s'inscrit naturellement au sein du périmètre hydro-géographique d'un bassin versant, dont le territoire portuaire, et le port en particulier, est l'exutoire et le réceptacle de l'ensemble des pollutions, et donc le lieu de la cristallisation d'enjeux sanitaires et sociétaux. Boehme *et al.* (2009) désigne ainsi le périmètre de l'étude d'écologie industrielle sur le territoire portuaire de New York / New Jersey, en Amérique du Nord, comme « watershed » ou « estuary » ; Lifset (2000) parle quant à lui de « bathtub ». L'écologie industrielle peut s'inscrire dans un projet de territoire basé sur la revalorisation de l'interface port-ville, en mettant en œuvre des synergies entre les fonctions industrialo-portuaires et urbaines du territoire. A Bruxelles, en Belgique, le territoire se structure autour d'opportunités d'échanges entre des entreprises voisines de la zone industrielle et du port. A Bristol, au Royaume-Uni, le périmètre de la démarche d'écologie industrielle s'étend du « port estate » à l'« industrial estate », développant par là même les interactions entre le port et la ville. En réponse aux enjeux de gestion des déchets, la démarche d'écologie industrielle peut enfin s'inscrire dans un vaste espace géographique, pouvant aller de la ville portuaire (pour ce qui concerne Kawasaki, au Japon), à la baie (dans le cadre du projet Osaka Bay Phoenix). Cette structuration est motivée par la volonté de constituer une société en harmonie avec l'environnement, basée sur la réduction, la réutilisation et le recyclage des déchets. Les infrastructures sont ainsi optimisées et aménagées, de manière cohérente à l'échelle du territoire, pour répondre à cet enjeu. Et le périmètre du territoire constitué par l'écologie industrielle est fonction de l'atteinte de cet objectif : ainsi, le périmètre du projet d'Osaka Bay qui couvre 195 municipalités, 6 préfectures, 5 métropoles et 4 ports ainsi que 4 terrains off-shore de 500 ha n'a de sens qu'au regard de l'objectif de valoriser 76 millions de m³ de déchets.

Enfin, parmi les initiatives portuaires d'économie circulaire inventoriée à l'échelle internationale, l'éco-réseau peut d'abord apparaître en réponse à une problématique ponctuelle. Au sein d'un réseau portuaire, une zone industrialo-portuaire peut ainsi apparaître, comme une opportunité ponctuelle de débouché économiquement avantageux pour la valorisation d'un flux de sous-produits. Cette configuration apparaît clairement dans le projet de construction du Middle Harbor de Long Beach, dans lequel la création d'un nouveau terminal permet de trouver un débouché pour les sédiments de dragage faiblement contaminés de certaines marinas californiennes. Mais l'éco-réseau peut également se structurer de manière plus durable dans le temps en interconnectant, en termes d'échanges de flux de matières et d'énergie, les activités présentes sur différents espaces industrialo-portuaires. Dans le cas de la démarche japonaise « Recycling Port » déclinée au sein de l'espace portuaire de Kawasaki, les différentes places portuaires sont identifiées comme plateforme logistique de la gestion des déchets au service d'une société écologiquement harmonieuse. Dans le cas des démarches européennes de Rotterdam-Anvers (Europe's industrial cluster) ou de Terneuzen-Ghent (Hidden Connection), cette configuration territoriale est structurée dans l'optique d'accroître la compétitivité de cette nouvelle unité territoriale dans un contexte concurrentiel mondial. Sur ces deux cas précis, il apparaît intéressant de constater une forme de régionalisation portuaire face à la concurrence globale, l'écologie industrielle fédérant les « meilleurs ennemis » dans des logiques de coopérations locales pour une plus grande compétitivité globale.

Eco-site, éco-territoire et éco-réseau en France

Qu'en est-il de la France dans ce panorama international des périmètres portuaires d'économie circulaire et d'écologie industrielle ? En France, certaines politiques publiques soutiennent la mise en place d'initiatives d'écologie industrielle à l'échelle des complexes industriels, laissant présager une multiplication d'éco-sites au sein des plateformes économiques majeures. C'est le cas notamment de la circulaire du 25 juin 2014 relative au traitement des plateformes économiques dans le cadre des plans de prévention des risques technologiques (PPRT) : sur des zones ciblées telles que l'Etang de Berre, le Port du Havre, le Port de Dunkerque, entre autres, les règles relatives à l'élaboration des PPRT peuvent ainsi être adaptées afin de faciliter des liens techniques directs avec les entreprises de la plateforme, sous la forme d'un partage d'équipements, d'utilités ou de services, ou d'un échange de matières premières ou de matières de process.

Pour autant, il convient de ne pas limiter les initiatives portuaires d'écologie industrielle au seul périmètre de la zone industrialo-portuaire et d'explorer l'ensemble des modalités territoriales qu'offrent les enjeux d'optimisation de la gestion des ressources. En France, il apparaît donc nécessaire d'articuler

aujourd'hui les dynamiques portuaires de développement de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire avec les grandes tendances de planification et d'aménagement autour des espaces métropolitains et des corridors logistiques et portuaires (Daudet, 2012). A Marseille, la stratégie d'économie circulaire est aujourd'hui intégrée au projet métropolitain, en vue d'accompagner la transition énergétique à l'échelle d'un territoire disposant d'une visibilité institutionnelle et d'une cohérence économique, à la mesure de son équipement industrialo-portuaire, susceptible de le rendre légitime, compétitif et attractif vis-à-vis des autres territoires et des autres échelons territoriaux. Ce contexte de métropolisation constitue un levier significatif pour reconsidérer l'échelle cohérente d'action et de réflexion stratégique pour la concrétisation de nouvelles synergies intersectorielles et le développement économique du territoire, étant donné le faible niveau de production énergétique (moins de 1Mtep/an) localisé sur ce territoire au regard des niveaux de consommation (plus de 11 Mtep/an). Sur le corridor logistique et portuaire de l'axe Seine, la démarche d'écologie industrielle doit contribuer à intégrer les activités stratégiques des corridors de la chimie, du pétrole et de l'automobile, en développant des synergies entre établissements au sein de plusieurs zones industrialo-portuaires, entre les entreprises d'une même filière ainsi qu'entre les parties prenantes de filières différentes.

La multiplicité de ces initiatives et la diversité des échelles spatiales dans lesquelles elles s'inscrivent posent la question de leur visibilité, de leur coordination et de leur efficacité à long terme. Il apparaît donc nécessaire de questionner l'échelle pertinente et efficace, de manière générique mais aussi en fonction des éléments de contexte, pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle et l'économie circulaire dans les territoires portuaires. La coordination des démarches à différentes échelles devient un enjeu fort, et trouve une réponse dans l'intérêt des stratégies de développement à l'échelle des bassins (exemples des dynamiques enclenchées sur l'Axe Seine ou celle encore en construction sur l'Axe Rhône-Saône). Bien souvent, le moteur de cette coordination reste essentiellement une approche économique qui vise à identifier des filières, des services à consolider ou à créer, en vue d'une certaine logique de complémentarité entre les ports et d'une valorisation (marketing) de la performance du bassin. L'économie circulaire ne constitue pas (encore) le cadre de référence. Néanmoins, on constate des territoires et des autorités portuaires qui intègrent progressivement ces enjeux, à l'instar de ces Grands Ports Maritimes français qui ont introduit la notion d'écologie industrielle dans leur stratégie globale, en lien avec son territoire d'ancrage (Tableau 1).

Tableau 1 : Déclarations d'intentions en faveur de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire dans quelques Grands Ports Maritimes français

Grand Port Maritime	Document source	Déclaration d'intention
Grand Port Maritime de Marseille	Projet stratégique 2014-2018	« Faire plus en agrégeant les potentiels disséminés sur le territoire, que ce soit en termes de flux à optimisés (exemple du ferroviaire avec les flux maritimes et continentaux), de flux à mutualiser (exemple de l'écologie industrielle entre process industriels, voire en industrie et besoins urbains ou agricoles) [...] » (p.25)
HAROPA	HAROPA 2030	« Aménager l'espace pour favoriser les synergies d'écologie industrielle et renforcer l'acceptabilité sociale des activités industrialo-portuaires » (p.42)
Grand Port Maritime de Dunkerque	Projet stratégique 2014-2018	« Au-delà du Schéma d'Environnement Industriel mis à jour en 2009, accentuer nos efforts pour développer une politique d'écologie industrielle basée sur l'économie circulaire (optimiser le cycle de vie de produits) » (p.13)
Grand Port Maritime de Nantes Saint Nazaire	Projet stratégique 2015-2020	« Développer les démarches d'écologie industrielles auprès des entreprises industrielles et portuaires » (p.11)
Grand Port Maritime de Guyane	Projet stratégique 2014-2018	« Initier et engager une démarche d'économie circulaire pour les zones portuaires, para-portuaires et d'activités économiques péri-portuaires » (p. 18)

Ce qui nous amène à questionner le rôle que le port, et donc de l'autorité portuaire, peut jouer dans la mise en œuvre et la diffusion des dynamiques d'économie circulaire et d'écologie industrielle au sein de leurs territoires d'ancrage.

Le rôle des ports dans les dynamiques d'économie circulaire

Bien qu'il soit encore difficile à l'heure actuelle de disposer d'une large palette de données chiffrées (notamment d'ordre économique) attestant de l'intérêt de ces démarches sur les territoires portuaires, ces travaux soulignent les opportunités spécifiques qu'offre ce type de territoires.

Atouts et faiblesses des territoires portuaires au regard des enjeux de l'économie circulaire

Principales places d'importations et de transformation des énergies d'origine fossile, les espaces portuaires se confrontent aux grands enjeux de la mutation industrielle, et notamment celui de l'adaptation aux enjeux de réduction des émissions de gaz à effet de serre et des flux d'hydrocarbures traités ainsi que de diversification du bouquet énergétique. En effet, parmi la liste des matériaux stratégiques définis en 2013 par l'Union Européenne, matériaux dont l'approvisionnement devient de plus en plus critique au regard de leur caractère indispensable pour l'économie, bon nombre constituent des ressources dont la pénurie peut avoir un effet majeur sur le développement des territoires portuaires. A l'instar des autres types de territoires (ruraux, urbains, etc.), ils vont devoir apprendre à « gérer la rareté » en étant en capacité de diagnostiquer (développements d'outils et de méthodes), de capter et de revaloriser (développements de techniques, technologies et compétences) des ressources primaires et secondaires (débat actuel sur les mines urbaines par exemple).

Dans un contexte de transition vers une société « bas-carbone », ces territoires stratégiques, longtemps symboles et pièces essentielles d'une économie basée sur le « tout pétrole », doivent s'adapter et innover, en favorisant des expérimentations et des nouveaux modes de coordination et de coopération multi-acteurs. Concentrant une grande diversité d'activités (sidérurgie, métallurgie, pétrochimie, chimie, etc.) au sein de grandes industries et d'un tissu dense de PME-TPE, ils apparaissent propices à la mise en œuvre de symbioses industrielles, sous la forme d'un maillage complexe, dense et varié d'échanges de flux, d'utilités ou de services. Le développement d'activités en lien avec l'écologie industrielle, souvent soumis au cadre réglementaire ICPE voire SEVESO, y trouve un espace privilégié, les espaces portuaires ayant toutes compétences en termes d'implantation d'unités industrielles à risque et de gestion de flux de matières dangereuses. Inscrits dans un contexte mondialisé très concurrentiel, favorisant la recherche constante de compétitivité et d'adaptation de leur tissu socio-économique, ces territoires s'emparent de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire comme véritable stratégie de différenciation leur permettant de construire des avantages comparatifs à une échelle nationale et internationale, en proposant par exemple des services complémentaires (équipements mutualisés, réseaux d'échanges d'utilités thermiques, etc.) allant au-delà de leurs prestations plus classiques (accueil et gestion des flux en transit, stockage, gestion des amodiataires, etc.) dans une optique de développement de filières économiques intégrées. Les services dits classiques (transport, stockage, transformation) apparaissent comme des leviers forts pour renforcer et développer de nouvelles activités en continuité directe avec les missions du port (développement d'activités générant de nouveaux flux et de nouveaux trafics).

A une échelle plus globale, les territoires industrialo-portuaires constituent également une réponse aux déséquilibres entre des zones qui émettent en surplus des sous-produits et des déchets et d'autres qui sont en déficit de ces mêmes éléments. Mais, inversement, l'économie circulaire peut également être perçue comme une menace pour les ports : si le concept d'écologie industrielle est poussé à son maximum, dans une logique de forte proximité entre les gisements et les débouchés, cela pourrait se traduire à long terme par une remise en cause des échanges internationaux de certains produits échangés en vrac. Les organisations industrielles se recomposeraient en clusters à proximité des gisements et des besoins locaux (Lacoste et Alix, 2013).

Les ports, leviers pour la mise en œuvre de l'économie circulaire

Il apparaît donc déterminant de reconnaître ces espaces industrialo-portuaires comme leviers d'innovation, dans le cadre de démarches spontanées ou de politiques structurées, pour mener à bien la transition écologique des territoires, à la croisée des chemins entre une économie circulaire globale et une écologie industrielle locale :

- en tant que zones d'expérimentation des symbioses industrielles, notamment dans un contexte de transition vers une société à bas carbone, ils disposent de réserves foncières suffisantes et continues qui en permettent l'implantation pour constituer des territoires pilotes susceptibles d'entraîner la mise en œuvre de parcs éco-industriels ;
- en tant que moteurs de l'économie locale, les ports, quelle que soit leur taille, peuvent jouer le rôle de levier pour la mise en œuvre de politiques innovantes et durables à une échelle dépassant le seul cadre de la zone industrialo-portuaire (ZIP) et favorisant *de facto* de nouveaux modes de gouvernance et de coopération entre parties prenantes ;
- en tant que nœuds positionnés au sein d'un réseau international, ils peuvent développer des échanges de sous-produits et d'utilités entre places portuaires. Confrontés à des besoins constants d'adaptation, ils se révèlent être des terrains d'innovations singuliers engageant des stratégies d'aménagement de moyen-long terme nécessaires au financement et à la mise en œuvre des infrastructures lourdes. Ils constituent également des interfaces stratégiques entre la zone d'influence et d'attractivité économique du port (hinterland) et la zone de dessertes maritime, fluviale et terrestre (foreland).

Reconsidérer la fonction du port dans la circulation des ressources

La Loi du 4 juillet 2008 portant réforme portuaire a recentré les missions du Grand Port Maritime sur ses fonctions régaliennes (sécurité, sûreté et police portuaire) et consacré son rôle d'aménageur public du domaine portuaire, dans une optique d'intérêt général au bénéfice du territoire, dans un souci de décloisonnement et de développement durable (Moine et Giraud, 2013). En se dotant d'une vision à court, moyen et long terme, le port souhaite s'afficher comme un véritable facilitateur pour le développement local de filières d'activités générant de la valeur et des emplois. Sur l'exemple des services énergétiques, certaines parties prenantes d'espaces portuaires français (à Marseille-Fos, Le Havre et Bordeaux notamment) réfléchissent aujourd'hui au rôle que le Port pourrait jouer, en tant qu'acteur ou opérateur interface, au sein d'un écosystème industrialo-portuaire mature, fondé et opérant selon les principes de l'écologie industrielle.

Rôle du port dans la transition énergétique des territoires

Historiquement, les territoires portuaires ont la particularité d'avoir accompagné les grandes évolutions énergétiques et d'avoir prédéterminé ce que furent les modèles productif et consumériste de nos sociétés. Si la baisse, à terme, des trafics pétroliers semble inéluctable, les scénarii d'évolution énergétique projettent en Europe un remplacement progressif, mais partiel, du brut pétrolier par le GNL. Si ces projections se confirment, le GNL parfois qualifié de solution énergétique transitoire ou d'appoint, pourrait conforter la place stratégique des terminaux industrialo-portuaires à l'échelle des différents bassins de consommation dans le Monde, tant dans les pays développés, que dans les pays en voie de développement. Une directive européenne sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs a été adoptée et publiée le 28 octobre 2014. Elle consacre notamment le GNL comme combustible d'avenir pour le transport maritime et imposera la mise en place avant le 31 décembre 2025 de solutions de points d'avitaillement pour tous les modes dans tous les grands ports maritimes fluviaux de l'Union Européenne.

Dans ce contexte, et malgré les aléas liés au développement de cette filière (diminution du prix du charbon, mises sous cocon de centrales au gaz, abandon de projets de terminaux méthanier), le port de Marseille-Fos, par exemple, souhaiterait ainsi se positionner comme un hub du GNL (Bavuz, 2013). Dans une logique de transition énergétique, les pouvoirs publics souhaitent que ce flux énergétique de GNL, qui reste malgré tout aujourd'hui encore majoritairement d'origine fossile, s'inscrive dans un bouquet énergétique diversifié. Sur la façade

littorale ouest, des places portuaires font également le pari de l'éolien off-shore, la diversification énergétique étant vue comme un levier pour générer de la richesse économique sur le territoire. Pour autant, la diversification du bouquet énergétique se cherche encore bien souvent une réalité opérationnelle et à grande échelle (autre que celle des seuls pilotes expérimentaux) au sein des territoires, pour des raisons tant technique (notamment liées à l'intermittence des énergies renouvelables) qu'économique (notamment liées à la rentabilité du modèle économique et financier de tels aménagements post-carbone). A Marseille, par exemple, les décideurs locaux du Port et de la Ville ont saisi cet enjeu et s'en emparent désormais, comme une condition de « survie » et d'indépendance énergétique de leur territoire. Plus fondamentalement, les enjeux se portent sur la fonction remplie par le Port dans la circulation des flux énergétiques : d'un Port récepteur et distributeur d'énergies fossiles, il convient d'envisager le modèle technico-économique d'un Port également planificateur, producteur et transformateur d'énergies renouvelables et valorisateur d'utilités thermiques (énergies fatales, etc.).

Le passage progressif à l'ère de l'après-pétrole suppose également une évolution du modèle économique des autorités portuaires françaises, dont les sources de revenus étaient jusqu'alors principalement alimentées par l'importation, le stockage et la transformation des hydrocarbures. Cela suppose donc de trouver de nouvelles sources de financement pour moderniser et investir dans l'aménagement des zones industrialo-portuaires. L'économie circulaire et l'écologie industrielle pourraient alors constituer des relais de croissance indispensables, sources de nouveaux revenus, à travers l'implantation de nouvelles activités industrielles du fait de l'attractivité croissante des zones industrialo-portuaires offrant des services innovants et *outsourcing* à haute valeur ajoutée. Il peut s'agir là d'un enjeu capital pour la compétitivité des ports français.

Ces considérations posent également la question du positionnement des autorités portuaires dans la gouvernance des démarches d'écologie industrielle et territoriale. Si bon nombre d'entre elles affichent l'écologie industrielle ou l'économie circulaire dans leur projet stratégique, si certaines d'entre elles sont également à l'initiative de démarches, elles peinent souvent, dans le long terme, à se positionner comme chef de file fédérateur et légitime d'initiatives qui se multiplient sur leur territoire d'ancrage. Alors que les Régions ont été positionnées comme chef de file sur les enjeux de transition énergétique (et peut-être demain d'économie circulaire), nous pouvons questionner la pertinence d'inscrire dans les missions régaliennes des Grands Ports Maritimes les enjeux d'écologie industrielle et d'économie circulaire.

Rôle du port dans la performance économique et environnementale des territoires

Ce changement dans la fonction portuaire, d'un rôle logistique à un rôle productif et valorisateur, pourrait être étendu à d'autres flux et à d'autres ressources. La difficulté actuelle pour les autorités portuaires reste de justifier leurs implications dans le développement de nouvelles filières d'activités, qui, si elles ne sont considérées qu'à travers leur seule pertinence économique pour le Port, seront certainement moins « lucratives » que la gestion des flux énergétiques pour laquelle les droits perçus par les ports sont encore importants (du fait de la part de ces trafics dans le tonnage total annuel géré).

Pour autant, le Port pourrait être ainsi amené à faire sensiblement évoluer sa stratégie, construisant sa compétitivité non plus seulement sur la multiplication des échanges internationaux mais également sur la densification des échanges locaux. Ces enjeux trouvent un écho notamment dans les choix d'utilisation du foncier disponible sur les zones industrialo-portuaires : si aujourd'hui, l'accueil d'activités générant du trafic reste privilégié par les autorités portuaires, la dynamique d'écologie industrielle peut utiliser ces espaces pour des activités interface, valorisant les flux localement. Ce qui suppose d'être en capacité d'évaluer, voire de « monétariser », ces nouvelles performances portuaires, en termes de densification des échanges locaux de matières et d'énergie et de création de plus-value régionale et locale (nouvelles opportunités économiques, impacts sociaux, intérêts environnementaux, etc.).

A l'heure actuelle, les indicateurs d'évaluation des performances des synergies éco-industrielles ne semblent pas pleinement adaptés aux enjeux d'évaluation de la compétitivité éco-industrielle des territoires portuaires. En matière d'évaluation environnementale, les indicateurs utilisés sont classiquement les quantités de matières échangées dans le cadre des symbioses, ainsi que les impacts environnementaux potentiels évités (réduction de polluants atmosphériques, de rejets d'eaux usées et de déchets, réduction de la consommation de matières premières et d'eau). A noter que cette évaluation d'impacts se concentre souvent principalement sur une approche par site, sans prendre en compte l'estimation des transferts d'impacts. En matière d'évaluation économique, de nombreuses démarches d'évaluation estiment les bénéfices économiques au regard du retour sur investissement et des gains économiques directs ou indirects de la mise en œuvre d'échanges de flux. Les indicateurs d'évaluation du niveau d'attractivité, de la qualité de vie ou des bénéfices sociaux sont quant à eux très rares ou limités : ils se mesurent principalement à l'aulne du nombre d'emplois créés de manière directe ou indirecte par la symbiose portuaire. D'où l'enjeu de structurer un système d'évaluation des performances portuaires en lien avec une meilleure gestion des ressources, que ce soit à travers des démarches d'économie circulaire ou d'écologie industrielle.

Conclusion

L'éclairage donné par la multiplicité des initiatives à travers le monde révèle que l'espace portuaire est un laboratoire pertinent pour l'économie circulaire et l'écologie industrielle. Pertinent, il l'est à plusieurs niveaux : de par sa situation géographique, de par son tissu industriel et logistique, de par sa gouvernance spécifique. De la parcelle à l'éco-zone, du bassin à l'éco-territoire, du débouché à l'éco-cluster, le territoire portuaire investi dans une démarche d'économie circulaire semble se doter d'une complexité croissante, depuis le stade de l'agrégation d'unités de production au regroupement en méta-unités de production intégrées, avec une augmentation du nombre d'acteurs portuaires dans le système, une diversification des unités de production connectées et une densification des interactions entre les parties prenantes. Cette trajectoire suppose une évolution du rôle même du port, et donc de l'autorité portuaire, tant à l'échelle du « système territoire » qu'à l'échelle du « système monde ».

En effet, adopter le point de vue d'une économie circulaire et d'une écologie industrielle basée sur la capacité de valorisation et de recyclage au sein des espaces portuaires, c'est soutenir que les ports compétitifs, efficaces et résilients de demain ne seront peut-être plus nécessairement ceux qui font transiter les plus importants volumes de flux (indicateur prépondérant actuel utilisé pour jauger de la performance d'un port) mais pourquoi pas ceux qui s'appuieront davantage sur une diversité d'activités et une connectivité notamment locales accrues par la multiplication d'échanges de sous-produits, de services et d'utilités entre les acteurs portuaires, urbains, industriels et agricoles. C'est inscrire les ports dans une stratégie sur le long terme dans laquelle la question de la gestion de la prise de risques est primordiale dans les processus de décision. Or, aujourd'hui, une des dimensions les moins maîtrisées dans le déploiement de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire reste le risque. Qui prend finalement le risque de l'investissement matériel et immatériel ? Qui en assume les conséquences en cas de problème industriel ou de raté économique ? Cette question est rarement abordée, notamment dans le contexte actuel de la co-production de services et de valeurs ajoutées. Comment dérouler une logique collaborative et mutuelle vis-à-vis du pari économique, social, financier, écologique, etc. que pose l'économie circulaire ?

Dans le réseau mondialisé, c'est enfin penser une logique d'intégration européenne des espaces portuaires, établie non plus sur la seule compétition mais aussi sur la coopération et la complémentarité, entre Etats membres, des différents places portuaires autour de la gestion de certaines ressources (GNL, énergies renouvelables, etc.), de certains sous-produits générés et/ou valorisés par l'écologie industrielle (sédiments de dragage, laitiers de haut-fourneau, etc.), de certains services les desservant (autoroutes de la mer, etc.) et de

certains domaines d'expertises liés à l'économie circulaire (stockage et flexibilité énergétiques, nouveaux modes de gouvernance, «collaborative commons », nouveaux « business models », etc.) qui vont progressivement émerger grâce aux dynamiques en cours. L'économie circulaire invite ainsi à repenser le raisonnement géographique et administratif des régions, voire même des pays, afin de permettre une plus grande fluidité dans la circulation des ressources matérielles et immatérielles, en vue d'une plus grande soutenabilité des sociétés humaines. Cette logique peut s'appliquer bien évidemment à l'échelle européenne mais également concrètement à l'échelle méditerranéenne, au regard des besoins (en énergie, en eau, etc.) et des potentiels (complémentarités possibles) observés entre les deux rives Nord et Sud, dont les traits d'union (physiques) sont et resteront certainement encore longtemps les espaces portuaires.

Bibliographie

- Bavuz G. (2013). Extrait d'une allocution dans le cadre d'un colloque professionnel dédié aux 50 prochaines années de la zone industrialio-portuaire de Fos. 25 octobre 2013.
- Beaurain C., Brulot S. (2011). « L'écologie industrielle comme processus de développement territorial : une lecture par la proximité », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 2011/2 avril, p. 313-340.
- Boehme S. E., Panero M.A., Munoz G.R., Powers C.W, Valle S.N., (2009). Collaborative problem solving using an industrial ecology approach. The New York/New Jersey Harbor economy-wide substance flow case studies. *J. Ind. Ecol.* 13 (5), 811-829.
- Buclet N. (2011). *Écologie industrielle et territoriale, stratégies locales pour un développement durable*, Septentrion Presses Universitaires, 336p.
- 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. *Journal of Cleaner Production*, 74 (1), 1-16.
- Cerceau J., (2013). *L'écologie industrielle comme processus de construction territoriale : application aux espaces portuaires*. Thèse de doctorat, Ecole des Mines d'Alès.
- Chertow M.R. (2000). Industrial symbiosis. Literature and taxonomy. *Annu. Rev. Energy Environ.* 25, 313-337.
- Daudet B. (2012). *Grands projets de villes, Grands projets de ports. Quelles échelles spatio-temporelles pour quelles gouvernances? Le cas de la Vallée de la Seine. Note stratégique et Prospective, contrat réalisé pour l'AURH (Agence d'Urbanisme de la Région Havraise)*, 26p.
- Daudet B., Alix Y. (2012), *Gouvernance des territoires ville-port : empreintes locales, concurrences régionales et enjeux globaux*. *Organisation et territoires*, 21 (2-3).
- Ducruet C., Itoh H., Joly O. (2013) *Port-region linkages in a global perspectives*. In : *MoLos Conference*, Le Havre.

- 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>
- Lifset, R. (2000). Industrial ecology has a simple ambition: Treat consumer society as an ecosystem. Then benefits will accrue to both the environment and the bottom line. The Sciences.
- Mat, N., Junqua, G., Cerceau, J., (2014). Ecologie industrielle dans les territoires portuaires : pratiques internationales et expériences françaises. Les Techniques de l'Ingénieur.
- Mat, N., Cerceau, J., Junqua, G., Dagnet, F., Moine, H., (2014). La gouvernance Port-Ville face aux enjeux d'une société bas-carbone : illustration avec le cas de Marseille-Fos. In Alix, Y., Delsalle, B., 2014. Les gouvernances Ville-Port, Collection Les Océanides. Novembre 2014.
- Merk, O. (2011). 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>
- Wang M-F., Ming Y-M., Hu P. Lu S., (2008). Framework of Eco-industrial Park Development Based on Circular Economy: a case study of Ningbo Chemical Industry Zone. Sci. Geographica Sin. 28 (5), 624-630.