Lab.RII

UNIVERSITÉ DU LITTORAL CÔTE D'O PALE
Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation

Innovation et Stratégies Industrielles

CAHIERS DU LAB.RII
– DOCUMENTS DE TRAVAIL –

N°312 **Octobre 2020**

LE ROLE DES PORTS DANS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE. CONSTRUCTION D'UN TABLEAU DE BORD D'INDICATEURS

Aina ANDRIAMANANTENA, Sonia VEYSSIERE,
Son Thi Kim LE, Gwenaëlle COTONNEC, Blandine LAPERCHE

LE ROLE DES PORTS DANS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE. CONSTRUCTION D'UN TABLEAU DE BORD D'INDICATEURS

THE ROLE OF PORTS IN THE CIRCULAR ECONOMY: CONSTRUCTION OF A DASHBOARD OF INDICATORS

Aina ANDRIAMANANTENA, Sonia VEYSSIERE, Son Thi Kim LE, Gwenaëlle COTONNEC, Blandine LAPERCHE

Résumé : La relation entre port et économie circulaire est de plus en plus documentée et concerne l'analyse de projets d'économie circulaire intégrés aux zones ou villes portuaires ou encore l'étude du métabolisme territorial. Cependant, l'analyse du rôle des ports dans les démarches d'économie circulaire reste à approfondir. Dans cet article notre objectif est double. Dans un premier temps, nous mettons en évidence l'existence d'une double relation entre port et économie circulaire a) le port comme un territoire favorable au développement de l'économie circulaire et b) l'économie circulaire comme un levier de développement des territoires industrialo-portuaires. Dans un second temps, nous proposons de construire une grille d'indicateurs permettant de mesurer cette double relation et organisée autour de quatre axes (Stratégie, gouvernance, communication ; Symbiose industrielle ; Développement économique et Impacts environnementaux). Ce tableau de bord permettra d'analyser, évaluer et suivre l'implication des ports dans leurs démarches d'économie circulaire.
Mots clés : Ports, Économie circulaire, Écologie industrielle, Territoires industrialo-portuaires, Tableau de bord, Indicateurs.

Abstract: The relationship between the port and the circular economy is increasingly documented and generally revolves around studies on circular economy projects integrated into port areas or cities and studies of the port in terms of territorial metabolism. However, the analysis of the role of ports in circular economy initiatives is still to be deepened. In this article our goal is twofold. First, we want to highlight the double relationship between port and circular economy a) the port as a territory is favorable to the development of the circular economy activities, b) the circular economy can work as a lever for the development of industrial port territories. Secondly, we propose to build a grid of indicators measuring this double relationship and organized around four axes (Strategy, governance, communication; Industrial symbiosis; Economic development and environmental impacts). This dashboard of indicator will allow to analyze, assess and monitor the involvement of ports in their circular economy initiatives.
Key words: Ports, Industrial economy, Circular economy, Industrial and Port Territories, Dashboard, Indicators

© Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation Université du Littoral Côte d'Opale, octobre 2020

LE ROLE DES PORTS DANS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE. CONSTRUCTION D'UN TABLEAU DE BORD D'INDICATEURS

THE ROLE OF PORTS IN THE CIRCULAR ECONOMY: CONSTRUCTION OF A DASHBOARD OF INDICATORS[1]

Aina ANDRIAMANANTENA*, Sonia VEYSSIERE*, Son Thi Kim LE*, Gwenaëlle COTONNEC, Blandine LAPERCHE*[2]**

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 4

1. LA PLACE DES PORTS DANS L'ECONOMIE CIRCULAIRE 5

1.1. Revue de littérature sur la relation port et économie circulaire : principaux champs d'études 5
1.2. Les ports : des territoires favorables au développement des activités liées à l'économie circulaire 6
1.3. L'économie circulaire comme le levier de développement des territoires industrialo-portuaires 9

2. LA CONSTRUCTION D'UN TABLEAU DE BORD D'INDICATEURS[3] 12

2.1. Objectifs et méthodologie 12
2.2. Présentation et composition du tableau de bord 15
Axe 1 : Stratégie, Gouvernance, Communication 16
Axe 2 : Symbiose Industrielle 18
Axe 3 : Développement Économique 20
Axe 3a : Développement Économique (Moyens) 20
Axe 3b : Développement Économique (Résultats) 20
Axe 4 : Impacts Environnementaux 23

CONCLUSION 25

RÉFÉRENCES 26

---

[1] DEVPORT 2020 : PORTS, TRANSPORT MARITIME ET DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL : Globalisation, jeux d'échelles et environnement. 15 et 16 Octobre 2020, Le Havre

[2] * ISI/Lab.RII Université du Littoral Côte d'Opale, ** Grand Port Maritime de Dunkerque
Contact : blandine.laperche@univ-littoral.fr

[3] Ce tableau de bord est en cours d'élaboration en date du 05/10/2020. La version présentée dans ce document est donc provisoire, et susceptible de modifications.

INTRODUCTION

Les expériences célèbres d'écologie industrielle ont souvent lieu dans les régions portuaires (voir par exemple le cas de Kalundborg au Danemark (Ehrenfeld, Gertler, 1997) et de Dunkerque en France (Gallaud, Laperche ; 2016 ; Kasmi *et al.*, 2017). De nombreux ports en Europe, en Afrique, en Asie ou en Amérique du Nord développent aussi des démarches d'économie circulaire, et en particulier d'écologie industrielle (Cerceau *et al*., 2014).

La relation entre territoires industrialo-portuaires et économie circulaire est double. D'une part, les ports peuvent apparaître particulièrement adaptés au développement des pratiques d'économie circulaire. En tant que a) sites de commerce et de transformation des combustibles fossiles, b) lieux de production, de transformation et d'échange d'énergie (renouvelable, fossile), de matériaux (acier, terres et sédiments excavés), et de produits manufacturés, c) espaces de circulation des flux de matières, d'énergie et de déchets et d) lieux de production de déchets, ils concentrent un certain nombre d'atouts favorables qui pourraient encourager le développement de pratiques d'économie circulaire.

D'autre part, l'économie circulaire et l'écologie industrielle peuvent constituer des leviers spécifiques pour le développement des régions industrialo-portuaires dans la recherche de stratégies différenciées pour gagner des avantages concurrentiels face aux autres ports (Mat, Cerceau, 2015 ; Cerceau *et al*., 2014 ; Ezzat, 2016 ; Beyer, Lacoste, 2017 ; Strale, 2017 ; Amenta, De Martino, 2018 ; Carpenter *et al*., 2018 ; Karimpour *et al*., 2019). Pour mettre en avant cette idée, il est nécessaire de revenir sur la liaison entre économie circulaire et développement territorial, à la fois en termes de processus et de résultat. Il est possible d'analyser le processus de développement territorial à partir de trois facteurs clés : la coordination, les facteurs institutionnels, les ressources héritées et crées (Veyssière *et al*., 2020). L'économie circulaire, dont la mise en œuvre nécessite la mobilisation de ces trois facteurs, peut ainsi être considérée comme un vecteur de développement territorial, ici adapté aux territoires industrialo-portuaires. En termes de résultats, certains travaux récents ont montré que les symbioses industrielles pouvaient générer des effets d'agglomération favorables à la création de ressources permettant l'attractivité d'entreprises nouvelles, l'innovation et donc la diversification des activités (Kasmi *et al.*, 2017, Kasmi, 2018 ; Kasmi, 2020).

Si cette relation entre port et économie circulaire est de plus en plus documentée, l'analyse du rôle des ports dans les démarches d'économie circulaire reste à approfondir. D'une part, les projets d'économie circulaire impliquent nécessairement un collectif d'acteurs composé d'entreprises, de collectivités territoriales et de l'autorité portuaire. La réforme portuaire de 2008 (Loi n^{o}2008-660) qui remplace le statut de port autonome par celui de grand port maritime (GPM) délègue l'exploitation des terminaux (outillages et personnels) aux entreprises privées et recentre les compétences de l'autorité portuaire autour de leurs missions de sécurité, de gestion et d'aménagement de l'espace portuaire (Magnan, 2016). L'autorité portuaire joue donc un rôle spécifique et fondamental mais pourtant souvent méconnu (Beyer, Lacoste, 2017 ; Kasmi, 2018). D'autre part, la meilleure prise de compte des actions spécifiques des autorités portuaires et éventuellement de leurs points d'amélioration possibles apparaissent essentiels pour favoriser une transition de ces territoires vers un développement plus durable (Cerceau *et al*., 2014 ; Hollen *et al*. 2015).

Dans cet article, notre objectif est de mettre en évidence cette double relation entre port et économie circulaire afin de souligner leur rôle dans le développement de ces pratiques

innovantes. Nous nous appuyons sur une recherche-action menée avec le Grand Port Maritime de Dunkerque, qui a pour objet la création d'un tableau de bord d'indicateurs qui vise à montrer le rôle des ports (en tant qu'aménageurs du territoire, développeurs d'activités économiques, gestionnaires de flux) dans l'écologie industrielle et l'économie circulaire[4]. Ce tableau de bord permettra d'analyser, évaluer et suivre cette implication du port dans les démarches d'économie circulaire. Appliqué au cas de Dunkerque (France), ce tableau de bord pourra être utilisé par l'autorité portuaire comme un outil de marketing territorial et de gouvernance et permettra de diffuser les bonnes pratiques. Il servira également de cadre de comparaison pour analyser la contribution d'autres ports industriels à des expériences d'économie circulaire.

Dans une première partie, sous la forme d'une revue de littérature, nous étudions l'articulation entre ports, industriels en particulier, et économie circulaire, en insistant sur la double relation mise en évidence plus haut. Dans un second temps, nous présentons le tableau de bord d'indicateurs, la méthodologie de sa construction et sa composition.

1. LA PLACE DES PORTS DANS L'ECONOMIE CIRCULAIRE

1.1. Revue de littérature sur la relation port et économie circulaire : principaux champs d'études

Une revue de la littérature sur les bases de données Web of Science, Scopus et Science Direct a mis en évidence 30 références d'économie circulaire appliquée à l'échelle portuaire. Elle a été réalisée dans le cadre d'un travail (Veyssière *et al.*, 2020) ayant comme objectif d'analyser la manière dont les articles sur l'économie circulaire traitaient des trois dimensions constitutives du développement territorial (coordination, facteurs institutionnels et ressources locales). Cette revue a été effectuée sur la période 1990-2020, qui correspond à la diffusion des premières expériences d'écologie industrielle, et à la constitution de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire comme champ scientifique (Figuière, Chebbi, 2019). Elle s'appuie sur des mots-clés relatifs à la mise en œuvre territoriale de l'économie circulaire : sur des stratégies portées par des acteurs privés (symbiose, éco-parc, cluster) et publics (ville, région).

Les travaux identifiés par les mots-clés explorent plusieurs champs. Un premier concerne l'étude de projets d'économie circulaire intégrés aux zones et aux villes portuaires. Il comprend les travaux de Baas (Baas, 1998; Baas, 2000 ; Baas, Huisingh, 2008) sur le projet INES dans la zone industrielle du Port de Rotterdam), de Wang et Li (2009) sur le parc industriel du port de Tianjin (Chine) et de Zhenfeng *et al*. (2009) et de Wang *et al*. (2010)). sur la zone industrialo-portuaire d'Hebei (Chine). Toutefois, ces travaux prennent pour objet le développement de synergies entre acteurs, davantage que le contexte portuaire lui-même. Cerceau *et al*. (2014) mettent ainsi en perspective différentes études de cas sur des projets d'écologie industrielle, en prenant en compte la localisation au sein d'un port comme critère de comparaison uniquement.

Un deuxième champ concerne l'étude des ports en termes de métabolisme territorial (Boehme *et al*., 2009 ; Shahrokni *et al*., 2015 ; Bahers, 2019). Il part du principe que les ports sont des

[4] Programme IMPPEC : IMPact des Ports sur l'Economie Circulaire, sous la direction de B. Laperche, ISI/Lab.RII, ULCO. Programme financé par le Grand Port Maritime de Dunkerque.

espaces où transitent un important nombre de flux entrants (matériaux, marchandises) et sortants (déchets), que les travaux cherchent à quantifier et modéliser.

Un troisième champ considère les ports comme des territoires particuliers, et analyse leurs dynamiques de développement (Lorek, 2012 ; Fusco-Girard, 2013 ; Ezzat, 2016 ; Mat *et al*., 2016 ; Beyer, Lacoste, 2017 ; Angrisano, 2017 ; Budoc, 2017 ; Mat *et al.*, 2017 ; Bosman *et al.*, 2018 ; Carpenter *et al.*, 2018 ; Karimpour *et al.*, 2019 ; Williams, 2019 ; De Langen, 2020). Contrairement aux travaux qui se focalisent sur le port en tant qu'infrastructure ou objet technique (Uche-Soria, Rodriguez-Monroy, 2019), ces publications intègrent les ports dans un ensemble géographique plus large, celui de la ville portuaire ou celui des relations ports-hinterland. Les dynamiques de développement de territoires industrialo-portuaires sont étudiées dans une perspective de transition écologique et de reconversion des activités (Lorek, 2012 ; Beyer, Lacoste, 2017 ; Williams, 2019). L'économie circulaire est y est alors mobilisée comme levier de développement. Ces approches considèrent l'ensemble des acteurs des territoires portuaires (autorités portuaires, collectivités territoriales, entreprises). Les actions déployées par ces acteurs pour mettre en œuvre l'économie circulaire font l'objet d'indicateurs (Williams, 2019 ; Gravagnolo, 2019). Toutefois, ceux-ci prennent davantage en compte l'échelle urbaine plutôt que portuaire. De plus, le rôle particulier de l'autorité portuaire est rarement mis en avant. Or, celles-ci possède des compétences spécifiques pour encourager le développement territorial des ports : elle coordonne les pratiques de différents acteurs (Baas, 1998), et peut soutenir l'accueil de nouvelles activités et emplois au sein de la zone portuaire.

1.2. Les ports : des territoires favorables au développement des activités liées à l'économie circulaire

Les espaces portuaires possèdent cette caractéristique d'être en tension permanente entre deux extrêmes « un modèle de développement interconnecté à un "système-monde" globalisé et un modèle de développement dans un "système-territoire" localisé » (Mat, Cerceau, 2015, p.16). Il en résulte selon les auteurs, que « la transition socio-écologique 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 l'échelle globale ; elle peut faire du port l'interface pour une meilleure gestion des ressources à une échelle locale » (*ibid*). En France, on compte plus de 120 démarches d'EIT actives (SYNAPSE, 2019) et 103 sont inscrites dans le référentiel ELIPSE, 64 de ces démarches ont été analysées par ORÉE (2020) sur la période allant du 1er Janvier 2017 au 31 décembre 2019. On peut dénombrer 7 démarches d'EIT en milieu portuaire.
Ces expériences sont variées tant dans leur origine (initiative publique ou privée, nationale ou locale), le type d'activités menées (flux de substitution et/ou de mutualisation) que dans leur périmètre territorial. Elles peuvent être initiées à l'échelle d'un parc éco-industriel, d'une ville, d'une région ou d'autres périmètres rattachés à l'activité portuaire (estuaire, fleuve).

Tableau 1 – Démarches d'EIT en milieu portuaire en France

Région	Nom	Porteur
Grand Est	Coopérations Locales et Environnementales en Synergies (CLES) : démarche d'écologie industrielle de la zone portuaire de Strasbourg	EMS – PAS – ADEME – Région Grand Est - GUP
	Florange e2i	Entreprises de la démarche, Communauté d'agglomération du Val de Fensch, Région Grand Est
Hauts-de-France	Club de l'Écologie Industrielle - Dunkerque l'Énergie Créative	ECOPAL – Communauté Urbaine de Dunkerque
Nouvelle Aquitaine	MER - Matières, Energies Rochelaises	Association Matières, énergies Rochelaises
Pays de la Loire	Écologie industrielle GPMNSN/CARENE	Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) – Communauté d'agglomération de Saint-Nazaire (CARENE)
Provence Alpes Côte d'Azur	PIICTO	Industriels de la plateforme –Port de Marseille-Fos – Métropôle Aix-Marseille Provence
Île-de-France, Normandie	Etude d'écologie industrielle sur le territoire HAROPA	HAROPA (ports du HAvre, ROuen, PAris)

Source : à partir d'ORÉE (2020) et SYNAPSE (2020)

Quatre raisons, détaillées ci-dessous, permettent de considérer les territoires portuaires comme des espaces pertinents pour l'économie circulaire et en particulier l'écologie industrielle : la nécessité de la transition vers le développement durable, l'existence de flux multiples favorables à la mise en place de boucles d'économie circulaire et de synergies, l'existence d'un tissu économique adapté et de réserves foncières disponibles, la nécessité de se différencier dans un contexte concurrentiel mondialisé.

Dans un contexte de transition qui s'oriente vers une société « plus verte », le fonctionnement des territoires industrialo-portuaires, symboles forts de l'industrialisation de l'Europe, est basé sur une économie linéaire, souvent résumée par la formules « extraire, utiliser, jeter ». Ces territoires doivent aujourd'hui trouver le moyen de s'adapter et d'innover face à des enjeux globaux : l'intensification du trafic des porte-conteneurs, qui nécessite des aménagements portuaires toujours plus importants ; la mise en compétition des ports dans les réseaux mondialisés. Mais surtout, leur poids dans les rejets indésirables et la production de déchets, et la prise en compte de nouvelles normes environnementales les obligent à se tourner vers un développement intégré, plus respectueux de l'environnement (Carpenter et al., 2018). Si l'on se penche sur le cas du Grand port maritime de Dunkerque (France), l'industrie Aluminium Dunkerque a produit 25 096 tonnes de déchets dont 16 131 classés dangereux, 137 tonnes de fluor, 281 tonnes de poussières et émis 3 401 tonnes de S02 durant l'année 2019 (Alvance, 2019). En 2010, les déchets issus de l'exploitation des navires ont représenté 172 000 m^3 pour le seul Grand port maritime de Marseille (Cerceau *et al*., 2015). Imbriqués dans un environnement local complexe composé de zones portuaires, industrielles, agricoles, urbaines mais aussi touristiques, les conflits liés à la gestion de l'énergie, de l'eau, des déchets, des surfaces foncières se multiplient (Mat *et al.*, 2015). Ce qui implique aussi des enjeux environnementaux multiples, comme la décarbonisation de l'économie, l'acceptabilité sociale

et sociétale des infrastructures. L'environnement est ainsi un nouveau paramètre à prendre en compte dans les dynamiques de compétition entre les territoires portuaires, qui les amène à repenser leurs activités.

Les ports sont des lieux d'échange et de transformation des énergies fossiles et se trouvent ainsi au cœur des enjeux de mutation industrielle visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à diversifier le bouquet énergétique. La durabilité est devenue un axe stratégique pour le développement des ports industriels (Acciaro *et al.*, 2014). L'économie circulaire et l'écologie industrielle reposent sur des boucles de réemploi, réutilisation et recyclage de flux de matériaux, d'énergie et de déchets. Pour Foulquier (2012), les territoires industrialo-portuaires sont des espaces complexes car ils se situent à la jonction des réseaux terrestres et maritimes qui contribuent à la fois à l'économie locale et globale. Disposant d'un accès à la mer, les territoires portuaires sont des nœuds logistiques essentiels pour la circulation des flux. Ils assurent le lien entre les façades maritimes et les arrière-pays (*hinterland*) Duszynski *et al.* (2015) reviennent sur la complexité des territoires industrialo-portuaires en insistant cette fois sur le rôle des acteurs dans la gestion des flux. Les auteurs mettent en avant trois grandes catégories de flux :

- Les flux de matières qui regroupent la circulation de matières premières comme le minerai de fer, les marchandises, les produits de consommation, ou encore l'énergie comme le charbon, le pétrole etc.
- Les flux logistiques qui regroupent les services logistiques tels que le transport, le stockage etc.
- Les flux contractuels entre les acteurs. Moins visibles que les deux premiers, ils reflètent les relations hiérarchiques et de sous-traitance. Ces flux gravitent autour d'un acteur-pivot.

Par ailleurs, en raison de leurs activités diversifiées (sidérurgie, métallurgie, pétrochimie, chimie, etc.) et de leur structure industrielle où se côtoient de grandes unités et des PME sous-traitantes, les territoires industrialo-portuaires se prêtent à la création de symbioses industrielles. Elles sont construites à partir de flux de substitution et de mutualisation. Les relations préexistantes entre les acteurs portuaires font que de nouvelles, spécifiques à la réutilisation, au recyclage et à la création de nouvelles filières, peuvent émerger. De plus, territoires portuaires sont adaptés (sur le plan réglementaire, mais aussi en termes de réserve foncière) à la localisation d'unités industrielles nouvelles. Baas (2001) montre que la proximité géographique permet de faciliter la mise en commun des services, les échanges de sous-produits et de déchets. Il démontre qu'elle est nécessaire dans les symbioses industrielles planifiées ou spontanées. Pour Donsimoni (2015), la proximité géographique entre acteurs est une condition essentielle pour accueillir l'écologie industrielle.

Les territoires industrialo-portuaires ont pleine compétence en termes d'implantation d'unités industrielles dites « à risques » (de type Seveso) ainsi que pour la gestion de flux des matières dangereuses qui suit la réglementation des installations classées (Réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ou ICPE en France et « Integrated Pollution Prevention and Control » ou IPPC pour le territoire européen (Cikankowitz et Laforest, 2010)). La réserve foncière qui caractérise les ports est ainsi un atout pour le développement de nouvelles filières industrielles inscrites dans l'économie circulaire. Par exemple, le port de Dunkerque possède un territoire de 7 000 hectares dont une importante réserve foncière d'environ 3 000 hectares, y compris 300 hectares de terrain « plug and play » en cours de réalisation (Port de Dunkerque, 2020). Le port d'Anvers (Belgique) possède un territoire de 14 000 hectares dont une réserve foncière de 4 000

hectares (Antwerp, 2019). Le port de Rotterdam (Pays-Bas) possède un territoire de 12 713 hectares (incluant le projet Maasvlakte 2) dont une réserve foncière de 6 275 hectares (Rotterdam, 2018).

Enfin, pour les ports, l'économie circulaire et l'écologie industrielle s'intègrent de manière croissante aux stratégies de différenciation destinées à faire face à la concurrence (par exemple, par l'offre de services mutualisés, générateurs d'effets d'agglomération). Ils peuvent de même favoriser la circulation et la valorisation des flux de matériaux et d'énergie à l'échelle internationale, lorsque des déchets et sous-produits sont en excédent à un endroit et en déficit à un autre. Renforcer leur attractivité est d'autant plus important comme l'explique Ducruet (2015) puisque les mouvements de flux centrés autour des plus grands ports et sur de longs trajets (5 000 km et plus) sont en train de laisser place à des corridors maritimes fonctionnant sur la base de trajets de courte distance, ce qui signifie que de plus en plus de ports entrent dans l'équation du trafic maritime mondial. Les territoires industrialo-portuaires voient dans l'économie circulaire et l'écologie industrielle une stratégie de différenciation leur permettant de construire des avantages comparatifs à une échelle nationale et internationale.

1.3. L'économie circulaire comme le levier de développement des territoires industrialo-portuaires

Nous considérons que l'économie circulaire, et plus spécifiquement l'écologie industrielle peuvent être un atout et un outil de développement territorial. Par développement territorial, on entend la dynamique participant à la création d'un territoire. Le territoire a été défini par les auteurs de l'école française de la proximité comme le résultat de la mobilisation d'un ensemble d'acteurs situé dans un espace géographique, dans le but de résoudre un problème collectif ou de constituer un avantage concurrentiel (Pecqueur, Zimmerman, 2004). En économie, le facteur territorial a été introduit dès les travaux de Marshall (1890), pour expliquer les déterminants locaux de l'innovation. Selon Marshall, l'agglomération en un même lieu d'entreprises et d'industries partageant des caractéristiques communes pourrait encourager l'émergence d'une atmosphère industrielle propice à la constitution et à la diffusion de connaissances. Prolongeant les travaux de Marshall, la littérature sur le développement territorial et l'économie de la proximité ont tenté de mettre en lumière les déterminants institutionnels, sociaux et culturels de l'agglomération. En considérant les acteurs économiques comme des parties prenantes qui établissent entre elles des processus de coordination, qualifiés par des situations de proximité (géographique, institutionnelle, relationnelle, cognitive, organisationnelle), ils participent à décrire les mécanismes du développement territorial (Boschma, 2004 ; Torre, 2018). Ces mécanismes sont au nombre de trois : la coordination entre les acteurs, les facteurs institutionnels et les ressources locales. Dans le processus de développement territorial, les facteurs institutionnels affectent la coordination (gouvernance), qui elle-même s'appuie sur des facteurs hérités (ressources héritées) et aboutit à la création de ressources spécifiques, propres au territoire, comme un savoir-faire particulier et des activités et des emplois non délocalisables. Elles constituent alors de fait un avantage concurrentiel (Colletis, Pecqueur, 1993).

L'économie circulaire peut ainsi favoriser le renouvellement du tissu économique du territoire et la construction de milieux innovateurs (Gallaud, Laperche, 2016, Kasmi 2018). Le concept de milieu innovateur a été proposé par le groupe de recherche européen sur les milieux innovateurs (GREMI) en Suisse (Aydalot, 1986 ; Camagni, Maillat, 2006). L'hypothèse des chercheurs était que les milieux régionaux sécrètent les différentes formes de l'innovation. Cette recherche a été à l'origine du développement de la science régionale avec l'analyse des

districts industriels qui remonte à A. Marshall (1919), et qui a été redécouverte par les économistes italiens de la troisième Italie (Brusco, 1982 ; Garofoli, 1992). C'est une remise en cause des conceptions top-down, dans laquelle les progrès étaient censés venir de l'extérieur (de l'État notamment). Ils sont aujourd'hui considérés comme le « bloc cognitif » (ou encore le « cerveau ») dont dépend le fonctionnement des systèmes de production localisés (SPL), qui désignent un ensemble d'activité interdépendantes, techniquement et économiquement organisées et territorialement agglomérées (Torre, Tanguy, 2014).

L'économie locale peut alors être définie, lorsqu'elle est un milieu innovateur, comme un espace géographique formé en tant qu'ensemble de rapports systémiques entre entreprises, États et collectivités (Uzunidis, 2007). Ils caractérisent l'espace localisé par un certain type d'activités et de productions finales. En définitive, le milieu innovateur constitue « une agrégation des capacités d'actions et des facultés cognitives des différents acteurs » (Torre, Tanguy, 2014, p.311).

L'économie locale acquiert les caractéristiques d'un milieu innovateur grâce aux relations de proximité qu'elle propulse entre agents économiques. D'abord, l'accent a été mis sur la proximité géographique mais ce type de proximité n'est pas suffisant pour faire émerger une dynamique locale de création de ressources, prenant la forme d'innovations, d'entreprises ou d'activités nouvelles. La coopération ne se décrète pas. Dans cette perspective, la proximité géographique peut être associée à la proximité organisée, comprenant des dimensions organisationnelles, institutionnelles et cognitives (Torre, 2009, Uzunidis, 2010, Martin, Boschma, 2010).

La localisation d'entreprises à proximité les unes des autres mais surtout le développement de formes de proximité plus complexes entre elles et également avec les institutions partenaires sont à l'origine d'effets d'agglomération, comme la création d'un marché du travail spécialisé et partagé, le développement d'inputs spécialisés (des actifs spécifiques) qui améliorent la productivité des entreprises (infrastructures communes : routes, communication ; accès à des matières premières spécifiques ou autres ressources spécifiques comme des compétences et des savoir-faire), des retombées technologiques en termes de diffusion des connaissances.

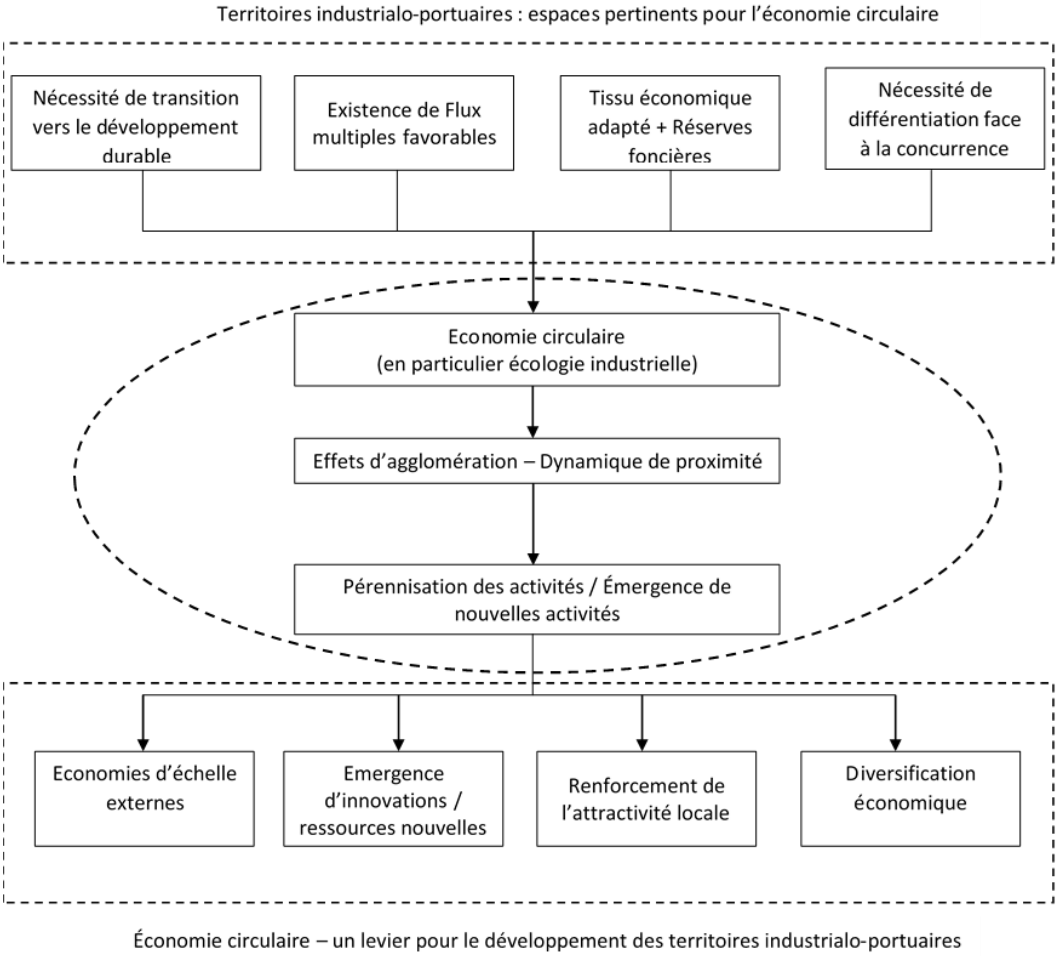
La mise en évidence d'un effet de levier actionné par l'économie circulaire (Kasmi et al. 2017) sur le développement territorial s'appuie sur la mise en évidence des effets d'agglomération générés par les formes de proximité et qui peuvent avoir un effet positif sur la stabilisation des activités économiques, favoriser la création et la localisation d'autres entreprises. Les entreprises en place peuvent en effet bénéficier d'économies d'échelle externes, issues de la taille et des caractéristiques du milieu dans lequel elles sont insérées – économies de terme de coût du travail, infrastructures disponibles, matières premières, connaissances – qui justifient leur maintien ou leur installation sur place.

L'attractivité structurelle du territoire peut donc être renforcée par la mise en œuvre de stratégies d'écologie industrielle. À partir d'une base de données de 124 entreprises industrielles, Kasmi (2020) détermine les raisons de l'implantation des nouvelles entreprises à Dunkerque (France). Ses résultats mettent en avant que 67% des nouvelles entreprises sont dans le même secteur d'activité que celles déjà présentes. Ils font ressortir les facteurs d'attractivité du territoire qui sont surtout la localisation géographique, les infrastructures (présence d'infrastructures spécialisées, de sites industriels, d'infrastructures ferroviaires et d'un réseau maritime), les flux de matériaux et d'énergie issus de l'écologie industrielle. Le port d'Anvers (Belgique) possède des facteurs d'attractivité similaires à ce que l'on retrouve à

Dunkerque, comme sa localisation géographique, ses infrastructures (plus particulièrement son cluster chimique), les flux de matériaux et d'énergie mais aussi des facteurs d'attractivité moins présents à Dunkerque comme les flux logistiques, les structures de recherche et d'ingénierie et le financement de la R&D (35 millions d'euros dans la transition énergétique) (Antwerp, 2018 ; AURH, 2018).

Une meilleure attractivité pourrait permettre la diversification économique par le biais de la création de nouvelles filières (comme des filières de traitement et de transformation de déchets en matières premières utilisables par d'autres). La diversification économique s'appuie également sur la constitution de ressources spécifiques (Colletis, Pecqueur, 1993). Les ressources spécifiques apparaissent lors de la mobilisation des acteurs, et s'appuient sur un long processus d'apprentissage et d'accumulation des savoirs. Elles sont incommensurables (leur valeur ne peut être évaluée) et propres au territoire. La « culture commune » et l'atmosphère industrielle, sont des exemples de ressources spécifiques qui favorisent l'innovation et la production de connaissances nouvelles.
La figure suivante synthétise notre cadre d'analyse.

Figure 1 –Économie circulaire et territoires industrialo-portuaires.



Source: Auteurs

Les ports peuvent être ainsi être des lieux propices à l'émergence d'écosystèmes d'innovation circulaires. Par écosystème d'innovation on entend en général « l'arrangement collaboratif à travers lequel les entreprises combinent leurs offres individuelles dans une solution cohérente et orientée clients » (Adner, 2006, p.2). Dans cet arrangement collaboratif, les relations

d'interactions complexes et évolutives entre les acteurs sont déterminantes (Jackson, 2011 ; Grandstrand, Holgersson, 2020) en particulier pour augmenter le potentiel d'innovation. L'écosystème d'innovation « circulaire » peut reprendre la définition de l'écosystème d'innovation mais dans ce cas, les acteurs (non restreints aux entreprises mais élargis aux acteurs publics et semi-publics) établissent des relations d'interactions complexes pour innover dans les domaines pertinents de l'économie circulaire. Un tel écosystème selon Konietzko *et al*. (2020) en plus de l'aspect collaboratif intègre aussi l'expérimentation (comment les acteurs s'organisent autour du processus de « trial-and-error » pour réaliser et mettre en place la circularité) et aussi la plateformisation (comment ces acteurs qui développent des solutions « circulaires » s'organisent autour d'une plateforme en ligne pour créer des interactions sociales et économiques avec les acteurs en dehors de l'écosystème pour achever une plus grande circularité).

Pour autant, ces dynamiques nécessitent une prise de conscience plus affirmée de la place que les territoires portuaires pourraient occuper dans une stratégie d'économie circulaire. Celle-ci passe à la fois par une reconnaissance du rôle joué par les ports, par un accompagnement de la diversification de la fonction portuaire (intégrant le développement économique local en particulier via l'écologie industrielle) et par la structuration d'une politique nationale d'économie circulaire s'appuyant sur l'expérimentation et la mise en réseau des territoires portuaires. Dans la suite du texte, nous nous nous intéressons au rôle joué par les ports et en particulier à la création d'un outil de mesure (tableau de bord) de leur contribution à l'économie circulaire.

2. LA CONSTRUCTION D'UN TABLEAU DE BORD D'INDICATEURS[5]

2.1. Objectifs et méthodologie

Ce tableau de bord comprend des indicateurs traditionnels associés à l'écologie industrielle/économie circulaire (impacts économiques, sociaux et environnementaux), et des indicateurs plus spécifiques relatifs au lien entre activités portuaires et économie circulaire. Ces derniers pourraient porter sur la contribution des "ressources portuaires" : terrains, services (y compris la gouvernance), flux liés au développement de la symbiose industrielle, etc. Par conséquent, notre approche vise à compléter d'autres ensembles d'indicateurs développés pour analyser l'économie circulaire dans les villes portuaires, mais en s'appuyant sur les indicateurs d'impact traditionnels (Gravagnuolo *et al*., 2019). Les indicateurs du tableau de bord sont construits à partir d'une revue de la littérature sur les indicateurs les plus pertinents (de l'ADEME en France, de l'Union européenne, de la Fondation Ellen MacArthur et d'une sélection de travaux universitaires), parallèlement à la co-création d'indicateurs[6] *ad hoc* destinés à mettre en évidence la contribution de l'autorité portuaire au développement des symbioses industrielles.

La mise en œuvre de stratégies, nationales et internationales, d'économie circulaire s'est accompagnée de la constitution d'indicateurs. Ces indicateurs ont pour objectif de mesurer le

[5] Ce tableau de bord est en cours d'élaboration en date du 05/10/2020. La version présentée dans ce document est donc provisoire, et susceptible de modifications.

[6] En effet, les indicateurs sont l'objet de présentation et de discussion régulière avec le groupe de travail constitué dans le cadre de ce programme. Ce groupe de travail est constitué de représentants du Grand Port Maritime de Dunkerque (GPMD), de la Communauté Urbaine de Dunkerque (CUD) et de l'association ECOPAL, en charge de l'écologie industrielle à Dunkerque.

degré de progression d'un système vers plus de circularité (Moraga *et al*., 2019). Ils s'appliquent à différentes échelles : produit, entreprise ou territoires. Néanmoins, les indicateurs à échelle territoriale sont encore peu présents (Kampelmann, 2016 ; Saidani *et al*, 2019). Les indicateurs de circularité existants ont été majoritairement développés par des organisations internationales (World Resource Institute, OCDE, Commission Européenne) et des associations visant à promouvoir l'économie circulaire (Fondation Ellen Mac Arthur). Ils sont donc le plus souvent à l'échelle d'un continent ou d'un pays. Les stratégies d'économie circulaire à échelle territoriale ont l'ambition de répondre à un double enjeu environnemental et socio-économique. Selon l'enjeu environnemental, l'économie circulaire doit permettre de réduire les externalités négatives des activités présentes sur le territoire, et assurer le bouclage des flux (matériaux, énergie, eau) par la mise en œuvre de différentes pratiques (éco-conception, écologie industrielle, réutilisation, réemploi, recyclage). Selon l'enjeu socio-économique, la mise en œuvre de l'économie circulaire devrait permettre le développement des territoires, en soutenant la création d'activités nouvelles et d'emplois, le partage de connaissances et de compétences, l'innovation et la mobilisation des acteurs.

Par conséquent, la mesure de l'économie circulaire à l'échelle territoriale s'effectue par une combinaison de plusieurs types d'indicateurs, certains à portée environnementale, d'autre à portée économique. Par le biais d'une revue de littérature, nous avons mobilisé plusieurs sources : des bases de données d'articles scientifiques (Science Direct, Google Scholar), pour sélectionner les travaux développant des indicateurs à échelle territoriale ; des sites institutionnels (ADEME, collectivités) présentant des méthodes à destination des acteurs territoriaux ; enfin, les sites des organisations internationales (Commission Européenne) qui ont élaboré les premiers indicateurs de circularité. L'enjeu de cette revue était d'une part, d'établir une classification entre les indicateurs liés aux impacts environnementaux, d'impacts économiques, social et gouvernance. D'autre part, il s'agissait de sélectionner des indicateurs adaptables aux ports. Il existe plusieurs indicateurs élaborés à l'échelle d'une ville portuaire, notamment ceux élaborés par Circle Economy dans le cadre du rapport *Rotterdam : Toward a Circular Port* (2019). Toutefois, aucun de ces indicateurs ne prend pour objet le port comme autorité portuaire, dotée de ses propres compétences (accompagnement des entreprises, aménagement du territoire portuaire). Nous avons donc procédé à un travail d'appropriation et d'adaptation des indicateurs existants, à partir des 4 axes définissant les missions du port : stratégie, gouvernance et communication (axe 1), symbiose industrielle (axe 2), développement économique (axe 3) et gestion des impacts environnementaux (axe 4). Cette méthodologie a été adaptée du référentiel OPTIGEDE (ADEME, 2019), qui propose une grille de suivi des stratégies d'économie circulaire à destination des collectivités. Nous avons par la suite approfondi ces axes avec des entretiens menés avec le Grand Port Maritime de Dunkerque.

Tableau 2 – Sources utilisées par axe

Axe	**Sources**
Stratégie, gouvernance et communication	Ferreira et al., 2019 Avdiushchenko, Zajac, 2019 ADEME, 2019 EEA Mairie de Paris, 2018 Région de Bruxelles capitale, Programme Régional d'Économie Circulaire 2016-2020
Symbiose industrielle	Ferreira et al., 2019 EEA Toile industrielle de Dunkerque,
Développement économique	Portillo-Tarragona, 2018 Huang et al, 2018 Mairie de Paris, 2018 Région de Bruxelles capitale, Programme Régional d'Économie Circulaire 2016-2020 SOES, 2017 Commission Européenne EEA
Impacts environnementaux	Geng et al, 2019 Commission Européenne

Le tableau 2 récapitule les sources utilisées par axe.

Les travaux scientifiques recoupent une pluralité de thématiques et sont donc mobilisés pour plusieurs axes. Comme la plupart des publications se fondent sur des méthodologies quantitatives des flux, nous avons réadapté les indicateurs en fonction de notre périmètre d'étude et de la disponibilité des données. De plus, nous avons sélectionné parmi la littérature scientifique des sources proposant des indicateurs qualitatifs, applicables aux projets territoriaux d'économie circulaire. Ferreira et al. (2019) proposent un ensemble d'indicateurs pour évaluer la mise en œuvre et la maturité des symbioses industrielles dans les industries papetières en Espagne. Les auteurs proposent des indicateurs quantitatifs, principalement économiques (part du budget affecté aux autorités locales) et environnementales (part d'énergie renouvelable utilisée par les industriels).Adviuschenko et Zajac (2019) recensent les indicateurs d'économie circulaire applicables au niveau des régions européennes. Ils identifient des indicateurs d'impact économique et social en lien avec les dimensions liées à la gouvernance, en relevant notamment la présence de plateformes de collaboration autour de l'économie circulaire comme signe de la mobilisation des acteurs. Nous avons mobilisé les travaux de Portillo-Tarragona et al (2018) plus particulièrement dans l'axe développement économique puisqu'ils se centrent sur l'échelle des firmes et de l'économie circulaire comme créatrice d'éco-innovations. Leur matrice d'indicateurs nous permet de saisir plus finement l'action des entreprises situées sur le port et la symbiose industrielle : leur contribution aux dépenses de R&D, le nombre de brevets déposés, les dépenses de marketing et de communication. De même, Huang et al (2018) analysent l'ensemble d'indicateurs économiques appliqués aux entreprises dans le cadre du programme chinois d'expérimentation des parcs d'écologie industrielle. Ces indicateurs sont dédiés au suivi des symbioses industrielles et sont transposables directement au cas de la symbiose industrielle de Dunkerque. Ils retiennent l'évolution du nombre d'entreprises dans le périmètre de la symbiose comme marqueur de son développement, tout comme l'évolution du nombre de synergies (échange de flux) entre les entreprises. Geng et al (2009) présentent une autre évaluation du programme chinois de symbiose industrielle, en y appliquant des indicateurs d'impact environnemental : taux de recyclage des déchets, taux d'émissions de CO2. Etant

donné que le Grand Port Maritime de Dunkerque (GPMD) et la communauté urbaine de Dunkerque effectuent un suivi de ces données, nous avons conservé ces deux indicateurs.

Les documents institutionnels exposent des indicateurs à destination des collectivités territoriales ou élaborées par elles. Selon son statut, le GPMD est un établissement d'Etat amené à travailler avec les collectivités territoriales et leurs groupements (en l'occurrence, la CUD), pour les missions relevant de la gestion de son domaine, la gestion et la préservation des espaces naturels, l'aménagement des zones d'activités et les actions concourant à la promotion du port. La concordance des objectifs peut amener donc certains indicateurs à se regrouper. De plus, les collectivités locales ont approfondi la réflexion sur la transposition des indicateurs d'économie circulaires à l'échelle territoriale et articulé plusieurs types d'indicateurs (impact environnemental, économique, social) dans leurs stratégies. C'est le cas de la ville de Paris, qui a publié sa feuille de route économie circulaire en 2018, et de la région Bruxelles-Capitale en 2016. Ces documents de travail présentent plusieurs indicateurs sur la gouvernance (existence de formations intégrant l'économie circulaire, d'une structure de pilotage, nature des partenaires associés) afin de suivre le développement des stratégies. Le référentiel OPTIGEDE de l'ADEME répond également à cet objectif et offre des indicateurs de gouvernance complémentaires (présence d'un plan d'action, d'un cadre qui pilote la stratégie, actions de suivi, présence d'un référentiel d'achats durables). Toutefois, alors même que les indicateurs de gouvernance étaient facilement adaptables au cas du port, c'est moins le cas de ceux portant sur les flux de matière. Dans ce cas, nous avons fait le choix de repartir des données produites par la CUD et l'agence d'urbanisme Flandre-Dunkerque (AGUR), dans le cadre de la toile industrielle. L'étude sur la toile industrielle, lancée en 2008, donne une vision exhaustive des flux échangés par les entreprises et industriels dans la zone portuaire.

Enfin, pour les indicateurs développés par les organisations nationales et internationales, nous avons retenus ceux du service de l'observation et des statistiques du Ministère français de la transition écologique (2017), de l'agence européenne *European Environment Agency* (EEA), du *Raw Material Score Board* et de l'*EU Resource Effiency Score Board* de la Commission Européenne. La Commission Européenne a réalisé, dans le cadre du Paquet économie circulaire (2015) un travail important de quantification des flux et d'indicateurs sur l'écoconception, le réemploi et le recyclage. Nous nous inspirons de ces référentiels pour évaluer ces pratiques au sein de la zone portuaire, notamment le volume de déchets et de sous-produits exportés, le nombre de déchets valorisés, les infrastructures réalisées selon les principes de l'éco-conception. En ce qui concerne l'index développé par le ministère, il est surtout applicable à l'échelle macro, mais nous avons conservé certains indicateurs comme la présence d'entreprises portant des écolabels, qui peut être significative du développement de l'économie circulaire sur le territoire.

Etant donné le caractère spécifique des activités du port, nous avons dû constituer certains indicateurs ad hoc, selon les données mises à disposition par le GPMD dans le cadre de ses actions de développement durable. Ainsi, nous avons intégré un indicateur sur le pourcentage des sédiments valorisés après opération de dragage et les données du trafic arrivant dans le port (données du rapport d'activité 2019).

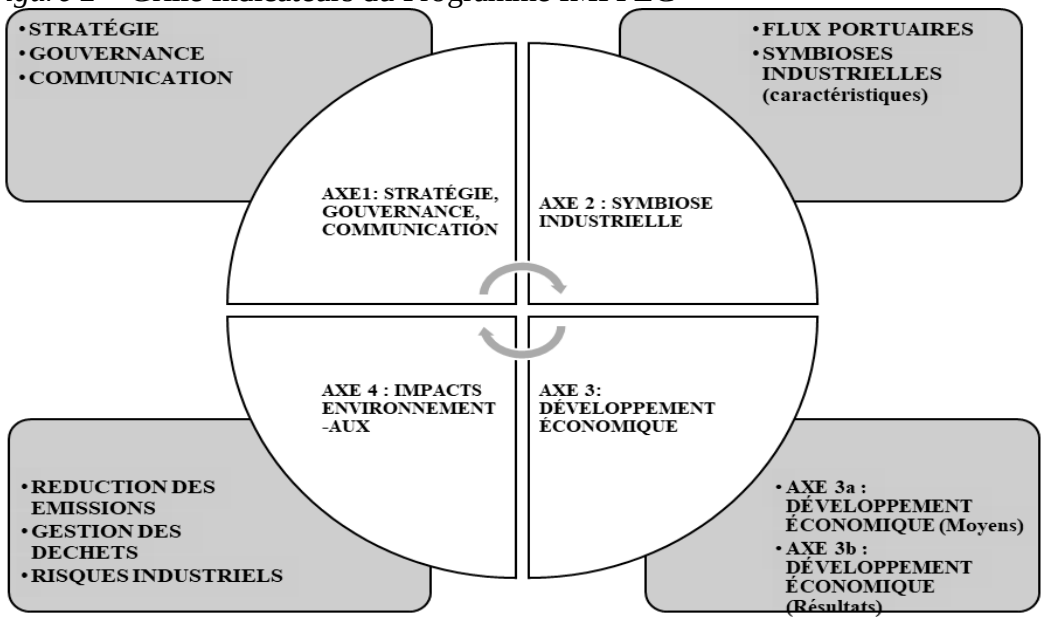
2.2. Présentation et composition du tableau de bord

Nous proposons un tableau de bord d'indicateur centré autour de 4 axes :
Axe 1- Stratégie, gouvernance, communication ;
Axe 2 - Symbiose industrielle ;

Axe 3 - Développement économique ;
Axe 4 - Impacts environnementaux.

Ces axes devraient permettre de mesurer, analyser, évaluer et comparer l'implication des ports industriels dans les projets d'économie circulaire. D'une part, les ports présentent, comme nous l'avons développé dans la première partie, des atouts pour le développement de l'économie circulaire, c'est pourquoi nous proposons et développons les indicateurs (Axe 1 et 3a par exemple) pour évaluer la contribution des « ressources portuaires » telles que le foncier, les infrastructures, les services (y compris la gouvernance) ainsi que les investissements des entreprises pour la croissance de l'économie circulaire. D'autre part, nous considérons que l'économie circulaire peut être un levier pour le développement durable des territoires industrialo-portuaires, et nous évaluons donc l'effet de l'économie circulaire sur les plans économique et environnemental (à travers les axes 2, 3b et 4).

Figure 2 – Grille Indicateurs du Programme IMPPEC



Source : Auteurs

Axe 1 : Stratégie, Gouvernance, Communication

Les indicateurs de cet axe visent à évaluer la stratégie opérationnelle du port en soutien au développement économique circulaire. Par exemple, l'existence d'une feuille de route, d'une stratégie de gestion du processus de développement de l'économie circulaire ou d'un cadre qui guide la stratégie ; d'actions ou programmes ; de plans et la part du budget du port affectée à l'économie circulaire. Par la suite, des indicateurs sont proposés pour évaluer les services portuaires mis à disposition dans le but d'encourager l'économie circulaire. Par exemple, l'existence d'actions communes pour le développement de l'économie circulaire entre le port et d'autres acteurs (collectivités, entreprises, agences publiques, associations, autres ports en France et en Europe) ; la présence d'une plateforme numérique pour soutenir la collaboration entre les entreprises et les acteurs portuaires; le nombre d'actions de communication (ex Matinales, mise à disposition de plaquettes) mises en place pour créer une culture commune autour de l'économie circulaire.

Table 3 – Axe 1 : Stratégie, gouvernance, communication

ACTION	NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR	Echelle / source de la donnée	Comment obtenir la donnée
STRATEGIE	**Part du budget affecté à l'économie circulaire**	Pourcentage du budget annuel du port dévolu aux actions liées à l'économie circulaire	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
	Un cadre/chargé de mission est-il en charge, coordonne-t-il l'EC ?	Au sein du port / ou éventuellement équipe (ETP)	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
	Un plan d'action a-t-il été défini par le Port en matière de DD/ EC ?	Existe-t-il des documents stratégiques et de planification disponible ?	GPMD, territoire	Liste de questions adressées au GPMD
		Y-a-t-il un suivi des actions de la part du port ? (Indicateurs/ rapports annuels)	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
GOUVERNANCE	**Coopération locale**	Existe-t-il une coopération entre le port et les collectivités au sujet de l'EC ?	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
		Existe-t-il une structure pérenne qui pilote la démarche ? Nombre d'ETP de la structure coordinatrice et des structures d'animation.	Territoire / GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
		Nombre et catégorie des structures impliquées dans la gouvernance : Entreprises, gestionnaires de zones d'activité, chambres consulaires, clubs d'entreprises, ADEME, services déconcentrés, régions etc.	Territoire / GPMD - ECOPAL	Liste de questions adressées aux acteurs
		La gouvernance est-elle collective ou fragmentée ?	Territoire	Liste de questions adressées au GPMD
	Coopération nationale	Existe-t-il une coopération entre le port et d'autres ports français sur le thème de l'EC (échange d'informations, projets communs)	GPMD ou CUD	Liste de questions adressées au GPMD
	Coopération internationale	Existe-t-il une coopération avec d'autres ports européens sur le thème de l'EC ?	GPMD ou CUD	Liste de questions adressées au GPMD
COMMUNICATION	**Plateformes de collaboration**	Y a-t-il une plateforme numérique de collaboration entre les entreprises et les acteurs portuaires, gérée par le port ?	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
	Actions de communication	Y a-t-il des actions de communication proposées par le port ?	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
		Nombre d'actions de communication organisées par le port à destination des entreprises portuaires (ex : Matinales du développement durable)	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
		Public visé et profil des participants (% d'entreprises liées au port)	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD

Axe 2 : Symbiose Industrielle

Les indicateurs qui composent cet axe ont pour objectif de mesurer le développement des symbioses industrielles. De par leurs caractéristiques étudiées dans la première partie, les ports possèdent des atouts favorables au développement de l'économie circulaire, et en particulier de l'écologie industrielle comme pilier. Les ports sont en effet des lieux traversés par un grand nombre de flux entrants (matériaux, marchandises etc.) et sortants (déchets par exemple) à des fins diverses, telles que le commerce et la transformation des combustibles fossiles; pour la production, la transformation et l'échange d'énergie et de matériaux, etc. De plus, le tissu économique préexistant composer d'entreprises de grandes tailles et d'entreprises sous-traitantes constitue un avantage pour le développement de flux de mutualisation et de flux de substitution, qui caractérisent les symbioses industrielles.

En raison de cette réalité dans les ports industriels, nous proposons deux groupes d'indicateurs pour évaluer le développement des symbioses industrielles et l'implication des flux portuaires au sein des celles-ci. Premièrement, nous évaluons la gestion des flux entrants par le pourcentage des entrées de matières premières et d'énergie utilisés dans l'industrie locale. Deuxièmement, nous nous intéressons à la croissance de la symbiose industrielle qui est capturée par trois indicateurs spécifiques: le nombre d'entreprises composant la symbiose industrielle et son évolution, le nombre de synergies dans le programme d'écologie industrielle et son évolution, le nombre d'entreprises bénéficiant des services de l'institution chargée de la coordination et du développement de l'écologie industrielle (Il s'agit de l'association ECOPAL dans le cas de Dunkerque. Les services d'ECOPAL visent à la mise en œuvre de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle, avec pour objectif de structurer le territoire portuaire industriel de Dunkerque en «territoire circulaire»).

Table 4 – Axe 2 : Symbiose industrielle

ACTION	NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR	Echelle/ source de la donnée	Comment obtenir la donnée
Flux portuaires	**Flux : Données du trafic arrivant dans le port**	Pourcentage de flux entrants (trafic portuaire) utilisé sur le territoire dunkerquois / dans la symbiose industrielle	AGUR / Euraénergie + GPMD (ex pour le charbon)	Liste de questions adressées aux acteurs
Symbioses industrielles (caractéristiques)	**Nombre d'entreprises SI**	Nombre d'entreprises composant la SI et évolution (distinguer flux de mutualisation et flux de substitution)	Ecopal, Dunkerque Promotion, Euraénergie	Liste de questions aux acteurs
	Nombre de synergies	Nombre de synergies dans le programme d'écologie industrielle Évolution du nombre de synergies par an (part des nouvelles synergies/total des synergies)	Thèse F. Kasmi + Ecopal, AGUR, Dunkerque promotion ? Eura2	Liste de questions aux acteurs
	Bénéficiaire Services ECOPAL	Nombre d'entreprises bénéficiant des services d'ECOPAL	Ecopal, Dunkerque Promotion, Euraénergie	Liste de questions aux acteurs

Axe 3 : Développement Économique

Compte tenu de cette double relation, nous proposons les indicateurs mesurant les moyens ou ressources investis/développés pour le développement de l'économie circulaire et les impacts en termes économiques des pratiques relevant de l'économie circulaire.

Axe 3a : Développement Économique (Moyens)

Dans ce groupe d'indicateurs, nous nous concentrons sur les moyens accordés par le port pour le développement de l'économie circulaire, au travers de l'investissement dans les infrastructures consacrées à l'économie circulaire et l'utilisation de modèles d'éco-conception dans les infrastructures nouvellement construites. Outre l'infrastructure en général, d'autres ressources sont très importantes pour le développement économique, telles que la réserve foncière pour les entreprises. Nous proposons des indicateurs pour mesurer le pourcentage de terrains occupés par les entreprises composant la symbiose industrielle. Ensuite, nous évaluons les compétences et les ressources dédiées à l'innovation de ce domaine, comme le nombre de partenariats avec des instituts de recherche pour soutenir le développement durable, mais aussi le nombre d'étudiants formés à l'EC sur le territoire. Pour les entreprises de la symbiose industrielle, nous captons leurs ressources dédiées à la formation et à l'innovation à travers trois indicateurs, dont le nombre de stages et de contrats d'apprentissages dédiés au développement de l'économie circulaire, les dépenses totales de R&D et les dépenses d'innovation de ces entreprises.

Axe 3b : Développement Économique (Résultats)

Comme mentionné ci-dessus, les ports industriels présentent des atouts favorables à l'émergence et au développement de l'économie circulaire qui, à son tour, devraient faciliter la croissance économique. La logique est que l'économie circulaire peut favoriser le renouvellement de la structure économique du territoire et l'émergence de pratiques innovantes. Pour ces raisons, nous mesurons l'impact de ce développement économique en termes d'innovations (le nombre de projets pilotes, les piliers de l'économie circulaire développés sur le territoire, les brevets déposés), mais aussi de création d'entreprises et d'adaptation des entreprises au modèle de l'EC (nombre de nouvelles entreprises sur le territoire du port, nombre d'entreprises bénéficiant de labels associés au développement durable). Nous mesurons également le nombre de nouveaux emplois « circulaires » créés (comme les nouveaux emplois liés à l'économie circulaire créés par les entreprises du SI, la proportion d'emplois liés à l'économie circulaire sur l'emploi total des entreprises).

Table 5 – Axe 3 : Développement économique (moyens)

ACTION	NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR	Echelle / source de la donnée	Comment obtenir la donnée
INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURES	**Nouvelles infrastructures construites**	Nombre d'infrastructures construites pour faciliter le développement de l'EC	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
	Eco-design infrastructure	L'infrastructure est-elle construite selon un modèle d'éco-conception?	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
		Le port intègre-t-il des principes de l'EC dans les activités de maintenance et de rénovation ?	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
MISE A DISPOSITION DU FONCIER	**Terrains mis à disposition**	Superficie du foncier disponible pour les entreprises Part du foncier disponible occupé par des nouvelles entreprises insérées dans la symbiose	GPMD	Liste de questions adressées au GPMD
MOYENS CONSACRES A LA FORMATION ET A L'INNOVATION	**Nombre de partenariats**	Nombre de partenariats du port signés avec des instituts de recherche dans le champ du développement durable. (Locaux ou non).	GPMD ou CUD	Liste de questions adressées aux acteurs
	Nombre de stages et d'apprentissages	Nombre de stages et de contrats d'apprentissage des entreprises SI pour la formation à l'économie circulaire	Entreprises SI	Enquête auprès des entreprises SI
		Nombre d'étudiants formés à l'EC par rapport au Nombre total d'étudiants au niveau master (ULCO au total ou DK seulement…)	ULCO + Ecole d'ingénieurs	Enquête auprès des directeurs de master ULCO + Ecole d'ingénieurs
	% Dépenses de R&D	Dépenses de R&D faites par les entreprises de la SI	Entreprises de la SI	Enquête auprès des entreprises SI
	% Dépenses d'innovation	Dépenses d'innovation : marketing, organisation, faites par les entreprises de la SI	Entreprises de la SI	Enquête auprès des entreprises SI

Table 6 – Axe 3 : Développement économique (résultats)

ACTION	NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR	Échelle / source de la donnée	Comment obtenir la donnée
INNOVATIONS (résultats)	**Nombre de brevets déposés**	Nombre de brevets déposés par les entreprises de la symbiose industrielle (SI) en relation avec les éco-innovations et les biotechnologies (biocarburants, etc.)	Entreprises de la SI	Enquête auprès des entreprises SI
	Nombred'expérimentations	Nombre d'expérimentations menées sur le territoire	Territoire /ECOPAL, GMPD	Liste de questions adressées à ECOPAL/GPMD
	Nombre de piliers de l'économie circulaire	Quels domaines de l'EC mentionnés par l'ADEME retrouve-t-on sur le territoire?	Territoire / ECOPAL, GPMD, CUD, Pôle énergie	Listes de questions adressées aux acteurs + enquête auprès des entreprises (exemple demander aux entreprises si elles font de l'écoconception, etc.)
CREATION D'ENTREPRISES	**Nombre d'entreprises créées**	Nombre d'entreprises créées (*entreprises industrielles nouvelles + services à l'industrie)* dans le périmètre du port (données dispo sur le site de la CUD jusqu'à 2017)	Territoire / CCI, CUD, AGUR	Liste de questions adressées aux acteurs/ analyse statistiques CCI
		Nombre d'entreprises créées (*entreprises industrielles nouvelles + services à l'industrie)* sur l'ensemble des entreprises dans le périmètre du port.	Territoire / CCI, CUD, AGUR	Liste de questions adressées aux acteurs/ analyse statistiques CCI
	Nombre de titulaires d'écolabels	Nombre d'entreprises portant des actions labellisées DD	Entreprises SI	Enquête auprès des entreprises SI
CREATION D'EMPLOIS	**Nombre d'emplois "circulaires"**	Nombre d'emplois liés à l'économie circulaire créés par les entreprises SI (se référer à la méthodologie de Circle Economy pour la qualification des emplois)	Entreprises SI	Enquête auprès des entreprises SI
	Ratios emplois créés/nb emploi total	Pourcentage d'emplois circulaire sur l'emploi total des entreprises	Entreprises SI	Enquête auprès des entreprises SI

Axe 4 : Impacts Environnementaux

L'effet de l'économie circulaire au niveau territorial est indiqué à la fois au niveau économique et environnemental. L'économie circulaire doit permettre de réduire les externalités négatives causées par les activités issues des territoires industrialo-portuaires, et de réduire les déchets en mettant en œuvre différentes activités « circulaires » (éco-conception, écologie industrielle, réutilisation, recyclage etc.). Sur cette base, nous proposons deux groupes d'indicateurs qui capturent la capacité de réduction des émissions et la gestion des déchets. Premièrement, la réduction des émissions est mesurée par l'évolution annuelle des émissions totales de CO2, SO2 et autres polluants ; le nombre d'actions menées pour améliorer la qualité de l'air. Deuxièmement, la performance de la gestion des déchets est souvent mesurée à travers trois catégories de déchets: 1) les déchets ménagers (captés par le pourcentage de déchets portuaires recyclés, de mise en décharge et d'incinération sur le total des déchets recyclés dans la région); 2) les déchets des entreprises (captés par les volumes de déchets et sous-produits récupérés dans les synergies locales ainsi que par le chiffre d'affaires des produits recyclés); 3) déchets portuaires (captés en pourcentage de sédiments récupérés et comment les valoriser; pourcentage de déchets mis en décharge, incinération; implication du port dans le traitement des déchets). Enfin, les indicateurs liés aux risques industriels sont mesurés par le nombre d'entreprises classées SEVESO (la classification SEVESO porte sur la capacité à maîtriser et prévenir les risques d'accidents majeurs impliquant des substances dangereuses et à limiter les conséquences de tels accidents pour la santé humaine et l'environnement).

Table 7 – Axe 4 : Impacts environnementaux

ACTION	NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR	Echelle / source de la donnée	Comment obtenir la donnée
REDUCTION DES EMISSIONS	**Total des émissions de CO2**	Évolution du pourcentage d'émissions par an.	Territoire / ATMO	Recherche documentaire bilan ATMO
	Total des émissions de SO2 et autres polluants	Évolution du pourcentage d'émissions par an	Territoire /ATMO	Recherche documentaire bilan ATMO
	Action qualité de l'air	Nombre d'actions menées pour l'amélioration de la qualité de l'air	Territoire / CUD	Liste de questions CUD
GESTION DES DECHETS	**Déchets ménagers**	Recyclage (%), mise en décharge (%), incinération (%)	Territoire / CUD	Liste de questions CUD
	Déchets issus des activités des entreprises	- % et quantité de sous-produits valorisés dans les synergies locales ou dans autre filière. - % des déchets mis en décharge - chiffre d'affaires des principaux produits recyclables (ex: CA co-produit sur la total du chiffre d'affaires) - autres ?	Entreprises SI	Enquête auprès des entreprises
	Déchets portuaires	-Pourcentage de sédiments valorisés Comment sont-ils valorisés (traitement sur site, intégration dans d'autres aménagements du port) ? - % de déchets mis en décharge ; incinérés, autres ? - Nombre d'opérations de dépollution (par le port ou auxquelles le port participe) - Existe-t-il des dispositifs d'identification des filières de traitement des déchets mis en place par le port ou auquel le port participe ? - Mise en place par le port d'outils de gestion des déchets (en l'occurrence outil SIRENE)	GPMD	Liste de questions GPMD
RISQUES INDUSTRIELS	**Entreprises classées**	Nombre d'entreprises classées SEVESO (différents seuils)	Territoire / CUD, AGUR	Liste de questions aux acteurs

CONCLUSION

La relation entre port et économie circulaire dans la littérature existante explore principalement l'étude de projets d'économie circulaire intégrés aux zones et aux villes portuaires, l'étude des ports en termes de métabolisme territorial, et un troisième champ qui considère les ports comme des territoires particuliers et analyse leurs dynamiques de développement. Un quatrième champ moins exploré porte sur l'analyse du rôle des ports dans les démarches d'économie circulaire. La réforme portuaire de 2008 qui recentre les compétences de l'autorité portuaire autour de leurs missions de sécurité, de gestion et d'aménagement de l'espace donne pourtant aux ports un rôle spécifique et fondamental dans le développement de l'économie circulaire.

Notre article met en avant la double relation entre port et économie circulaire. D'une part, les ports peuvent se présenter comme des territoires favorables au développement des activités liées à l'économie circulaire pour quatre raisons : la nécessité de la transition vers le développement durable, l'existence de flux multiples favorables à la mise en place de boucles circulaires et de synergies, l'existence d'un tissu économique adapté et de réserves foncières disponibles, la nécessité de se différencier dans un contexte concurrentiel mondialisé. D'autre part, l'économie circulaire peut être considérée comme un levier de développement des territoires industrialo-portuaires en permettant aux entreprises en place de bénéficier d'économies d'échelle externes, en participant à l'émergence d'innovations et de ressources nouvelles, en renforçant l'attractivité locale, et ainsi en conduisant à une diversification économique. On dénombre trois mécanismes de développement territorial : la coordination entre les acteurs, les facteurs institutionnels et les ressources locales. Les facteurs institutionnels invitent par ailleurs à une meilleure prise en compte des autorités portuaires, de leurs actions spécifiques et éventuellement de leurs points d'améliorations possibles qui apparaissent donc essentiels pour favoriser une transition de ces territoires vers un développement plus durable.

Pour mesurer cette double relation, nous proposons dans cet article la construction d'un tableau de bord d'indicateurs. La mise en œuvre de stratégies, nationales et internationales, d'économie circulaire s'est accompagnée de la constitution d'indicateurs. Ces indicateurs ont pour objectif de mesurer le degré de progression d'un système vers plus de circularité. Les indicateurs de circularité existants ont cependant été majoritairement développés par des organisations internationales (World Resource Institute, OCDE, Commission Européenne) et des associations visant à promouvoir l'économie circulaire (Fondation Ellen Mac Arthur). Ils sont donc le plus souvent à des échelles globales comme un continent ou un pays, ou à l'échelle micro-économique, celle de l'entreprise. Les indicateurs à échelle territoriale existent et cherchent à mesurer l'implication des collectivités dans le développement de l'économie circulaire (ADEME). Pour mettre en avant et évaluer le rôle des ports dans cette transition, des indicateurs plus précis et adaptés s'avèrent nécessaires.

Les stratégies d'économie circulaire à échelle territoriale ont pour ambition de répondre à un double enjeu environnemental et socio-économique. Par conséquent, la mesure de l'économie circulaire à l'échelle territoriale s'effectue par une combinaison de plusieurs types d'indicateurs, certains à portée environnementale, d'autre à portée économique. C'est en ce sens que nous proposons la construction d'une grille d'indicateurs à l'échelle du territoire construits à partir d'une revue de la littérature sur les indicateurs les plus pertinents (de l'ADEME en France, de l'Union européenne, de la Fondation Ellen MacArthur et d'une sélection de travaux universitaires), parallèlement à la co-création d'indicateurs *ad hoc*

destinés à mettre en évidence la contribution de l'autorité portuaire au développement des symbioses industrielles.
Notre grille d'indicateurs est composée de quatre axes (Stratégie, gouvernance, communication ; Symbiose industrielle ; Développement économique et Impacts environnementaux) qui devraient permettre d'analyser, d'évaluer et de comparer l'implication des ports industriels dans les projets d'économie circulaire.

La construction de notre grille d'indicateurs adaptée à l'échelle du territoire industrialo-portuaire est une première étape qui entre dans le cadre de nos recherches qui visent à mettre en avant le rôle des ports (comme aménageur, gestionnaire des flux etc.) dans l'écologie industrielle et l'économie circulaire. La prochaine étape est d'appliquer la grille d'indicateurs pour le cas de Dunkerque. La question de la disponibilité des données est cruciale et conduira à de possibles évolutions de ce tableau de bord. Au-delà de la mesure de la double relation mise en avant dans cet article, ce tableau de bord permettra d'analyser, évaluer et suivre cette implication du port dans les démarches d'économie circulaire. Il pourra être utilisé par l'autorité portuaire comme un outil de marketing territorial, mais aussi comme un outil de gouvernance. Il pourra également être utilisé dans le cadre d'une comparaison pour analyser la contribution d'autres ports industriels dans des expériences d'économie circulaire.

RÉFÉRENCES

ACCIARO, M., VANELSLANDER, T., SYS, C., FERRARI, C., ROUMBOUTSOS, A., GIULIANO, G., LAM, J.S.L., KAPROS, S. (2014), Environmental Sustainability in Seaports: a Framework for Successful Innovation, *Maritime Policy & Management*, 41:5, 480-500, DOI: 10.1080/03088839.2014.932926

ADNER, R. (2006), Match your Innovation Strategy to your Innovation Ecosystem, *Harvard business review*, 84(4), 98.

ALVANCE Aluminium Dunkerque (2019), Rapport développement durable.

ANTWERP (2018), Une année record pour le port d'Anvers, Retrouvé dans Industrie Mag, lien http://www.industrie-mag.com/article19419.html

AGENCE d'URBANISATION de la RÉGION du HAVRE (AURH) (2018), Le système portuaire et logistique belge, Analyse des cas d'Anvers, Liège et Bruxelles

AVDIUSHCHENKO, A., ZAJAC, P. (2019), Circular Economy Indicators as a Supporting Tool for European Regional Development Policies, *Sustainability*, 11(11), p. 3025.

ANGRISANO, M., FUSCO GIRARD, L. (2017), The Circular Economy Approach for the Regeneration of Torre Annunziata Port Area, *Bollettino Del Centro Calza Bini*, 17(1), 11-21.

AMENTA, L., DE MARTINO, P. (2018), Wastescapes in Port Cities Naples and Rotterdam: a Spatial and Institutional Comparison on the Role of Ports as Promoters of Circular Economy, *BDC. Bollettino Del Centro Calza Bini*, *18*(2), pp.159-180.

ANTWERP PORTS (2019), Antwerp as a Landlord Port, Retrieved from https://www.portofantwerp.com/en/antwerp-landlord-port

AYDALOT, P. (ed.) (1986), *Milieux Innovateurs en Europe*, Paris, CEE.

BAAS, L. (1998), Cleaner Production and Industrial Ecosystems, a Dutch Experience, *Journal of Cleaner Production*, 6(3-4), pp.189-197.

BAAS, L. (2000), Developing an Industrial Ecosystem in Rotterdam: Learning by … What?, *Journal of Industrial Ecology*, 4(2), pp. 4-6.

BAAS, L., HUISINGH, D. (2000), The Synergistic Role of Embeddedness and Capabilities in Industrial Symbiosis: Illustration based upon 12 years of Experiences in the Rotterdam Harbour and Industry Complex, *Progress in Industrial Ecology*, 5(5-6), pp. 399-421.

BAHERS, J. B., TANGUY, A., PINCETL, S. (2020), Metabolic Relationships between Cities and Hinterland: a Political-industrial Ecology of Energy Metabolism of Saint-Nazaire Metropolitan and Port Area (France), *Ecological Economics*, 167, 106447.
BEYER, A., LACOSTE, R. (2017), La transition écologique des territoires urbano-portuaires, *Revue d'Économie Régionale Urbaine*, (5), pp. 857-880.
BOEHME, S. E., PANERO, M. A., MUÑOZ, 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, *Journal of Industrial Ecology*, 13(5), pp. 811-829.
BOSMAN, R., LOORBACH, D., ROTMANS, J., & VAN RAAK, R. (2018), Carbon Lock-out: Leading the Fossil Port of Rotterdam into Transition, *Sustainability*, 10(7), pp. 2558.
BOSCHMA, R. (2004), Proximité et innovation, *Économie rurale*, 280(1), pp. 8-24.
BUDOC, R. L. (2017), Le développement des ports ultramarins: quels enjeux environnementaux ?, *Développement durable et territoires.* 8(1).
CAMAGNI, R., MAILLAT, D. (2006), *Milieux innovateurs: théorie et politiques*. Paris : Economica.
CARPENTER, A., LOZANO, R., SAMMALISTO, K., ASTNER, L. (2018), Securing a Port's Future through Circular Economy: Experiences from the Port of Gävle in contributing to Sustainability, *Marine Pollution Bulletin*, 128, pp. 539-547.
CERCEAU, J., MAT, N. (2015), Le rôle des ports dans la mise en place de démarches d'écologie industrielle et le développement de l'économie circulaire.
CERCEAU, J., MAT, N., JUNQUA, G., LIN, L., LAFOREST, V., GONZALES, C., (2014), Implementing Industrial Ecology in Port Cities: International Overview of Case Studies and Cross-case Analysis, *Journal of Cleaner Production*, 74, 1-16.
CERCEAU, J., JUNQUA, G., LOPEZ-FERBER, M., MAT, N. (2015), Au cœur des nouvelles filières de recyclage des déchets, les ports, Paper présenté dans *Annales des Mines-Realites industrielles*.
CIRCLE ECONOMY (2019), *Rotterdam: Toward a Circular Port*.
CIKANKOWITZ, A., LAFOREST, V. (2010), La directive IPPC : où en est-on et où va-t-on ? Vertigo, 10, DOI : https://doi.org/10.4000/vertigo.9671
COLLETIS, G., PECQUEUR, B. (1993), Intégration des espaces et quasi intégration des firmes: vers de nouvelles rencontres productives ?. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, 3.
DE LANGEN, P. W., SORNN-FRIESE, H., HALLWORTH, J. (2020), The Role of Port Development Companies in Transitioning the Port Business Ecosystem, The Case of Port of Amsterdam's Circular Activities, *Sustainability*, 12(11), pp. 4397.
DONSIMONI, M. (2015), Symbioses Port-Ville pour un meilleur ancrage local des activités industrialo-portuaires : l'exemple de Safi au Maroc.
DUCRUET, C. (2015), Maritime Networks: Spatial Structures and Time Dynamics: Routledge.
EHRENFELD, J. GERTLER, N. (1997), Industrial Ecology in Practice: the Evolution of Interdependence at Kalundborg, *Journal of industrial Ecology, 1*(1), 67-79.
EZZAT, A. M. (2016), Sustainable Development of Seaport Cities through Circular Economy: A Comparative Study with Implications to Suez Canal Corridor Project, *European Journal of Sustainable Development*, *5*(4), 509-522.
FERREIRA, I. D. A., DE CASTRO FRAGA, M., GODINA, R., SOUTO BARREIROS, M., CARVALHO, H. (2019), A Proposed Index of the Implementation and Maturity of Circular Economy Practices—The Case of the Pulp and Paper Industries of Portugal and Spain. *Sustainability*, 11(6), pp. 1722.

FIGUIÈRE, C., CHEBBI A. (2016), Écologie Industrielle (EI) et Économie Circulaire (EC). Concurrentes ou complémentaires ? XXIIème journées du développement ATM, Lille.
FUSCO GIRARD, L. (2013), Toward a Smart Sustainable Development of Port Cities/Areas: The Role of the "Historic Urban Landscape" approach, *Sustainability*, 5(10), 4329-4348.
GALLAUD, D., LAPERCHE, B. (2016), *Circular Economy and sustainable development*, Iste, Wiley.
GENG, Y., ZHANG, P., CÔTÉ, R. P., FUJITA, T. (2009), Assessment of the National Eco-industrial Park Standard for Promoting Industrial Symbiosis in China, *Journal of Industrial Ecology*, 13(1), 15-26.
GRAVAGNUOLO, AA., ANGRISANO, M., FUSCO GIRARD, L. (2019), Circular Economy Strategies in Eight Historic Port Criteria and Indicators Towards a Circular City Assessment Framework, *Sustainability* 11(13):3512.
HOLLEN, R.M.A., VAN DEN BOSCH, A.J., VOLBERDA, H.W. (2015), Strategic Levers of Port Authorities for Industrial Ecosystem Development, *Maritime Economics and Logistics*, Vol. 17,1, 76-96.
HUANG, L., WU, J., YAN, L. (2015), Defining and Measuring Urban Sustainability: a Review of Indicators, Landscape ecology, 30(7), pp. 1175-1193.
JACKSON, B. D. J. (2011), What is an Innovation Ecosystem? Washington DC.
KAMPELMANN, S. (2016), Mesurer l'économie circulaire à l'échelle territoriale, *Revue de l'OFCE*, (1), pp. 161-184.
KARIMPOUR, R., BALLINI, F., ÖLCER, A. I. (2019), Circular Economy Approach to Facilitate the Transition of the Port Cities into Self-sustainable Energy Ports—a Case Study in Copenhagen-Malmö Port (CMP), *WMU Journal of Maritime Affairs*, 1-23.
KASMI, F., LAPERCHE B., MERLIN-BROGNIART, C., BURMEISTER, A. (2017), Écologie industrielle, trajectoire territoriale et gouvernance : quels enseignements à partir du cas de Dunkerque (Nord- France), *Revue Canadienne des Sciences Régionales*, Volume 40 (2), pp. 103 – 113.
KASMI, F. (2018), *Écologie industrielle, milieu éco-innovateur et diversification de l'économie territoriale : le cas du complexe industrialo-portuaire de Dunkerque*, Thèse de doctorat en sciences économiques, Université du Littoral Côte d'Opale.
KASMI, F. (2020), Industrial Symbiosis and Territorial Development: the Cross-fertilization of Proximity Dynamics, Theoretical Insights and Empirical Analysis, *Journal of the knowledge economy, DOI: 10.1007/s13132-020-00631-7*
KONIETZKO, J., BOCKEN, N., HULTINK, E. (2020), Circular Ecosystem Innovation: An Initial Set of Principles, *Journal of cleaner production*, 253, 119942.
LOREK, M. (2012), Eco-industrie et reconversion du territoire industriel et portuaire: le cas de Gdansk, *Marché et organisations*, (2), pp. 129-152.
MAGNAN, M. (2016), La production et la gestion de l'espace portuaire à vocation industrielle et logistique, Les grands ports maritimes français : gestionnaires d'espaces infrastructurels, Thèse dans la discipline géographie et aménagement.
MAIRIE DE PARIS (2018), Deuxième feuille de route pour l'économie circulaire.
MARSHALL, A. (1890), *Principles of economics*, London, Macmillan.
MARTIN, R. L., BOSCHMA, R. A. (2010), *The handbook of evolutionary economic geography*, Cheltenham, Edward Elgar.
MAT, N., CERCEAU, J. (2015), Economie circulaire et stratégies portuaires, *Note Stratégique et prospective*, Fondation Sefacil, 2015.
MAT, N., CERCEAU, J., SHI, L., PARK, H. S., JUNQUA, G., LOPEZ-FERBER, M. (2016), Socio-ecological Transitions toward Low-carbon Port Cities: Trends, Changes and Adaptation Processes in Asia and Europe, *Journal of Cleaner Production*, 114, pp. 362-375.

MAT, N., CERCEAU, J., LOPEZ-FERBER, M., JUNQUA, G. (2017), Complexity as a Means of Resilience in Metropolitan Port Areas: Application to the Aix-Marseille Case Study in France, *Journal of Cleaner Production*, 145, pp. 159-171.
MORAGA, G., HUYSVELD, S., MATHIEUX, F., BLENGINI, G. A., ALAERTS, L., VAN ACKER, K., DEWULF, J. (2019), Circular Economy Indicators: What do they Measure?, *Resources, Conservation and Recycling*, 146, pp. 452-461.
ORÉE (2020), État des lieux de l'écologie industrielle et territoriale en France, 93 pages.
PORT DE DUNKERQUE PORT (2020), Vous êtes à bon port, Dossier de presse.
PORTILLO-TARRAGONA, P., SCARPELLINI, S., MONEVA, J. M., VALERO-GIL, J., ARANDA-USON, A. (2018), Classification and Measurement of the Firms' Resources and Capabilities applied to Eco-innovation Projects from a Resource-based View Perspective. Sustainability, 10(9), pp. 3161.
PECQUEUR, B., ZIMMERMANN, J. B. (2004), Économie de Proximités, Paris: Hermes–Lavoisier.
ROTTERDAM PORTS (2018), Port infrastructure, Retrouvé dans https://www.portofrotterdam.com/en/our-port/facts-and-figures/facts-figures-about-the-port/port-infrastructure
SAIDANI, M., YANNOU, B., LEROY, Y., CLUZEL, F., KENDALL, A. (2019), A Taxonomy of Circular Economy Indicators, *Journal of Cleaner Production*, 207, pp. 542-559.
SYNAPSE (2019), Campagne d'évaluation nationale et recueil des démarches d'EIT, Lien : https://www.economiecirculaire.org/articles/h/prolongation-de-la-campagne-d-evaluation-des-demarches-d-eit-jusqu-au-31-decembre-2019.html
SYNAPSE (2020), Démarche d'EIT : Étude d'écologie industrielle sur le territoire de HAROPA, Lien : https://www.economiecirculaire.org/eit/h/le-reseau-synapse.html#search,LGtleXdvcmQ6aGFyb3Bh:page1
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, EN CHARGE DES RELATIONS INTERNATIONALES SUR LE CLIMAT (2016), *10 Indicateurs-clé pour le suivi de l'économie circulaire.*
SHAHROKNI, H., ÅRMAN, L., LAZAREVIC, D., NILSSON, A., BRANDT, N. (2015), Implementing Smart Urban Metabolism in the Stockholm Royal Seaport: Smart city SRS, *Journal of Industrial Ecology*, *19*(5), 917-929.
STRALE, M. (2017), The Role of Port and Logistics Activities in Brussels, *Brussels Studies. La revue scientifique électronique pour les recherches sur Bruxelles/Het elektronisch wetenschappelijk tijdschrift voor onderzoek over Brussel/The e-journal for academic research on Brussels.*
TORRE, A. (2009), Retour sur la notion de proximité géographique, *Géographie, économie, société*, 11(1), 63-75.
TORRE, A. (2018), Les moteurs du développement territorial, *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, (4), pp. 711-736.
TORRE, A., TANGUY, C. (2014), *Les systèmes territoriaux d'innovation: fondements et prolongements actuels,* dans RRI (2014) *Principes d'économie de l'innovation*, Bruxelles, Peter Lang.
UCHE-SORIA, M., RODRIGUEZ-MONROY, C. (2019), Solutions to Marine Pollution in Canary Islands' ports: Alternatives and Optimization of Energy Management, *Resources*, 8(2), pp. 59.
UZUNIDIS D. (2007) Entreprises, Entrepreneurs et milieux innovateurs : quelles politiques territoriales de compétitivité ?, *Humanisme et Entreprises*, N°28, Oct.
UZUNIDIS D., (2010), Innovation et proximité. Entreprises, entrepreneurs et milieux innovateurs, *Revue des sciences de gestion,* 241, pp. 13-22.

VEYSSIÈRE, S., LAPERCHE, B., BLANQUART, C. (2020), Territorial Development Processes based on Circular Economy: a Systematic Review, RNI *Spring of Innovation 2020,* March, University Santiago de Compostela, Spain.
WANG, L., LI, H. (2009), Study on Development of Circular Economy in Tianjin Harbor Industrial Park, *Renewable Resources and Recycling Economy*, 12.
WANG, J. S., BAO, J. L., CHANG, W. T., RAN, L., FENG, Z. Z. (2010), Construction of Circular Economy Symbiotic Network in Port Heavy Chemical Industry Zone, *Journal of Hebei University (Philosophy and Social Science)*, (3), 24.
WILLIAMS, J. (2019), The Circular Regeneration of a Seaport, *Sustainability*, 11(12), pp. 3424.
ZHENFENG, W. Y. W. M. Z., XINNING, Z. (2008), On the Establishment of Regional Circular Economy Mode in Hebei Port-based Industrial Zone. *Journal of Adult Education School of Hebei University of Technology*, (2), 13.